Metall.
26 cd
Dürre

Wissenschaftlich technisches

Handbuch

des gesammten

Eisengiessereibetriebes.

Von

Dr. E. F. Dürre,

Professor und ordentlicher Lehrer der Hüttenkunde und Probirkunst am Königlichen Rheinisch-Westphälischen Polytechnicum zu Aachen.

Zweite unveränderte Auflage.

Band II.

(Die Lehre von der Betriebsführung und die Darstellung der Verwaltung umfassend.)

Mit 29 Tafeln Abbildungen.

Leipzig.

Verlag von Arthur Felix.

1875.

274 F

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Inhaltsverzeichniss des zweiten Bandes.

Seite

III. Betriebsführung und Arbeiten der Giessereien.

Einleitende Bemerkungen und Eintheilung . 1

A. Der allgemeine Verlauf und Gang des Giessereibetriebes 3

§. 1. Allgemeines 3. Disposition des Stoffes 4.

Abtheilung a. *Das Schmelzen des Gussmaterials* 5

§. 2. Einleitende Bemerkungen 5.

1) Beschreibung des Ofenbetriebes 6

aa) Betrieb der Tiegelöfen 6

§. 3. Vorbemerkungen 6. §. 4. Wahl des Materials 7. §. 5. Schmelzverfahren 8. §. 6. Methode von Guettier 9. Benutzung des Siemens'schen Ofens 10. §. 7. Besetzung des Tiegels 10. Gattiren 11. §. 8. Giessbereitschaft 12. Giessgabel 13. §. 9. Leitung der Arbeiten 13. §. 10. Oekonomische Resultate 14. §. 11. Berechnung der Wärmemenge zum Schmelzen von Roheisen 15. §. 12. Wirklicher Brennstoffconsum 17. §. 13. Abbrand 18. Versuche Crossley's 19.

bb) Betrieb der Schachtöfen 19

§. 14. Uebersicht der Arbeiten 19. §. 15. Roheisenauswahl 21. §. 16. Inbetriebsetzung 22. §. 17. Anwärmen der Böden 23. Beispiele 24. §. 18. Aufgeben 25. §. 19. Quantitäten der Aufgabe 26. Kalkgichten 27. §. 20. Steigerung des Satzes 28. §. 21. Reihenfolge der Roheisensorten des Tagesbedarfs 29. §. 22.

Seite

Verminderung des Satzes am Ende der Campagne 30. §. 23. Zusammensetzung der Einzelgicht 32. §. 24. Stetigkeit des Betriebes 33. §. 25. Bedienung der Oefen 35.

Beispiele für den Cupolofenbetrieb . . 36

§. 26. Aeltester Betrieb 36. §. 27. Einführung des warmen Windes 38. §. 28. Berliner Cupolöfen 39. §. 29. Zusätze dabei 41. § 30. Betriebsverlauf 42. §. 31. Betriebsverhältnisse zu Gleiwitz im Allgemeinen 43. §. 32. Cupolöfen der Topfhütte 45. §. 33. Umrechnung der Resultate 46. §. 34. Cupolöfen dor Hochofenhütte 47. §. 35. Discussion der Resultate 49. §. 36. Cupolofen des Lehmformhauses 50. §. 37. Cupolofen der Flammofenhütte 51. §. 38. Resultate 53. §. 39. Zusammenstellung aller Gleiwitzer Resultate 55. §. 40. Frühere Resultate der Gleiwitzer Oefen 57. §. 41. Aeltere Cupolöfen zu Königin Marienhütte 59. §. 42. Beschickungsverhältnisse 60. §. 43. 44. Chemnitzer Oefen 62. §. 45 46. Betriebsverhältnisse zu Lauchhammer 65. §. 47. Betrieb auf den Hütten des Harzes 68. Holzkohlencupolöfen 69. §. 48. Cokescupolöfen zu Rothehütte 70. Ilsenburg 72. §. 49–51. Betriebsverhältnisse aus Magdeburg und Umgegend 73. §. 52. 53. Die Cupolöfen von Borsig in Berlin 77. §. 54. 55. Betriebsergebnisse eines Ireland'schen Ofens nach Gerhardi 80. §. 56. Irelandöfen zu Hörde 83. §. 57. Irelandöfen in England 85. §. 58. 59. Irelandöfen zu Bolton 87. §. 60. 61. Neuere Einrichtung und Betrieb des Krigar'schen Ofens 89. §. 62. Betrieb des Krigar'schen Ofens in Königin Marienhütte 92. §. 63. Erfahrungen mit dem Krigar'schen Ofen in Berlin 94, auf der Concordiahütte bei Bendorf 95. §. 64. Betrieb der französischen Oefen nach Guettier 96. §. 65–68. Bemerkungen Mallet's über Cupolofenbetrieb 97.

Vergleich der Betriebsresultate der Schachtöfen mit den theoretischen Anforderungen 104

§. 69. Uebersicht der einschlägigen Verhältnisse 104. §. 70. 71. Ermittlung der Verbrennungsmodalitäten des Kohlenstoffes bei den Gleiwitzer Oefen 106. §. 72. Verhältnisse auf der Königl. Eisengiesserei zu Berlin 109. §. 73. Oefen in Magdeburg 111. §. 74. Maillard'scher Ofen 112. §. 75. Ireland'sche Oefen zu Bolton 113. §. 76. Ireland'sche Oefen

Seite

bei Borsig 114. §. 77. Krigar'scher Ofen zu Königin Marienhütte 116. §. 78. Schlussbetrachtung 117. §. 79. Gezähe und Geräthe beim Cupolofenbetrieb 118.

cc) Betrieb der Flammöfen 119

§. 80. Allgemeines 119. §. 81. Wahl der Materialien 121. §. 82. Das zum Flammofenschmelzen geeignetste Roheisen 122. §. 83. Vorbereiten der Einsätze 123. §. 84. Inbetriebsetzen und Schmelzen 125. §. 85. Abstechen 127. §. 86. Unterschiede des Betriebes bei verschiedenen Ofenconstruktionen 128. §. 87. Anderweitige Nebenarbeiten beim Flammofenbetrieb 129. Gezähe 130.

Beispiele für den Flammofenbetrieb . . 131

§. 88. Die Flammöfen der Königl. Eisengiesserei zu Berlin 131. §. 89—92. Der Flammofenbetrieb zu Gleiwitz 132. §. 93. Der Flammofenbetrieb zu Saynerhütte 140. §. 94. Der Flammofenbetrieb zu Spandau 141. §. 195. Der Flammofenbetrieb zu Mariazell in Steyermark 142. §. 96. Der Flammofenbetrieb zu Finspong in Schweden 143. §. 97. Der Flammofenbetrieb zu Königin Marienhütte 144. §. 98. Der Flammofenbetrieb auf französischen Werken nach Guettier 145.

Vergleich der ermittelten Resultate mit den theoretischen Anforderungen . . 148

§. 99. Allgemeines 148. §. 100—102. Ermittlung der Verbrennungsmodalität für die Flammofenbrennstoffe 149. §. 103. Wärmeberechnung für die von Guettier mitgetheilten Verhältnisse und für die Resultate von Finspong 152.

2) Theoretische Betrachtung des Roheisenschmelzens überhaupt . 154

§. 104. Uebersicht 154.

aa) Das Schmelzen des Roheisens . . . 155

§. 105. 106. Uebersicht der Erscheinungen 155.

Anlaufen und Glühen des Roheisens . . 157

§. 107. Allgemeines. Verhalten verschiedener Sorten 157. §. 108. Verschiedene Färbungen auf einer Bruchfläche 159. §. 109. Folgen weiterer Erhitzung 161. §. 110. Bleibende Volumvergrösserung 162.

Seite

Schmelzen des Roheisens 164

§. 111. Beginn des Schmelzens. Schweissen 164.

Schmelzpunkt des Roheisens 167

§. 112. Messungen der Physiker 167. §. 113. Schätzungen Mayrhofer's 170.

Die an der Oberfläche erkennbaren Charaktere des geschmolzenen Gusseisens 172

§. 114. Farbe 172. §. 115. Spiel 174. §. 116. Ausscheidungen 176. §. 117—120. Gasabsorptionen und Blasenwerfen 178. Versuche von Caron 181. Anbrand 184.

Das Expandiren des Roheisens 186

§. 121. Verlauf der Erstarrung 186. Treiben 187. §. 122. Grund des Treibens 188. Ansichten Tunner's 180. Anschauungen Ledebur's 190. §. 123. Hypothesen des Verfassers 191. §. 124. 125. Bestätigende Erfahrungen der Praxis 193. §. 126. Die Erscheinung des Schwimmens festen Roheisens 197. §. 127. 128. Versuche des Verfassers 200. §. 129. Schlussbetrachtung 204.

Das Erstarren und die Krystallisation . 205

§. 130. Allgemeine Uebersicht der Erscheinungen 205. §. 131—137. Besprechung verschiedener Erstarrungsmodalitäten 206. §. 138. Uebersicht der erkennbaren Krystallisationen 219. §. 139. Krystallisation des Spiegeleisens 220. §. 140. Krystallisation des grauen Eisens 222. §. 141. Consequenzen der Krystallisirbarkeit im grauen Eisen 224. §. 142. Fairbairn'sche Versuche 225. §. 143—149. Betrachtungen Mallet's über Eisenkrystallisationen 227. §. 150. Seltenere Krystallisationserscheinungen 239.

Das Schwinden des erstarrten Roheisens 241

§. 151. Definition 241. Erscheinungen 242.

Nachtrag zu §. 119, S. 184 242

bb) Calorische Grundlehren zur Beurtheilung der Apparate 244

§. 152. Uebersicht 244.

Die Verbrennung und ihre Erscheinungen 245

Seite

§. 153. Verbrennung. Wirkungen und Maass derselben 245. §. 154. Absoluter Wärmeeffekt 246. §. 155. Pyrometrischer Wärmeeffekt 248. §. 156. Benutzung der Effektgrössen in der Praxis 250. §. 157. Tafel der Wärmeeffekte der gewöhnlichen Brennstoffe 252. §. 158. Vergleichende Zusammenstellung von Schmelzpunkten und Wärmeeffekten 256. §. 159. Bemerkungen bezüglich des Gebrauches der mitgetheilten Zahlen 257. §. 160. Zusammenstellung der Wärmecapacitäten, specifischen Gewichte und Verbrennungsprodukte 259.

Die Verbrennungserscheinungen in den Apparaten; ihre Steigerung durch constructive Mittel 261

§. 161. Uebersicht der construktiven Mittel 261.

Princip und Theorie der Essen 262

§. 162. Definition der Esse 262. Formeln von Scheerer und Peclet 262. Praktische Schwierigkeiten bei der Anwendung der Formeln 264. §. 163. Benutzung der Formeln 265. §. 164. Regeln für Construktion und Betrieb der Essen 266.

Windführung — Windpressung — Windmenge 268

§. 165. Messung der Luftcompression 268. §. 166. Geschwindigkeit der aus den Düsen austretenden Gebläseluft 269. §. 167. Menge der Gebläseluft 271. §. 168. Plattner's Berechnungen und Windtabellen 273. §. 169. Tabelle von Hauer 275.

Form und Vorbereitung der Brennstoffe . 277

§. 170. Uebersicht der hierher gehörigen Arbeiten 277.

cc) Statik der einzelnen Schmelzapparate . 278

§. 171. Uebersicht und Eintheilung 278.

Statik der Schachtöfen 279

§. 172. Einleitung 279. §. 173. Untersuchungen von Schinz 281. §. 174. Intensität der Wärme 282. §. 175. Oberflächenberechnung des Brennstoffes 284. §. 176. Zutrittsgeschwindigkeit der Luft 286. §. 177. Zustände der vollkommenen Verbrennung 288. §. 178. Ermittlung der Luftgeschwindigkeit aus den Brennstoffintervallen 289. § 179. Dauer der Verbrennung 291. §. 180. Berechnung des erforderlichen Windquantums. §. 181. Widerstände der Schmelzsäule 293. §. 183. Berech-

Seite

nung der Reibung 299. §. 184. Berechnung der Umbiegungsverluste 300. §. 185. Correktion der Rechnungsresultate 302. §. 186. Wärmeabsorption durch Wind und Gase 303. §. 187. Wirkungen der Windpressung 306. §. 188. Messung der Spannung im Ofeninnern 308. §. 189—192. Hochdrucköfen von Bessemer 310. §. 193. 194. Hochdruckconverter und Hochdruckflammöfen 318. §. 195. Ausstrahlungsverluste 322. §. 196. Beschaffenheit der Luft, latente Wärme, Dissociationserscheinungen 324. §. 197. Constructionsversuch eines Schachtofens 326.

Statik der Flammöfen 327

§. 198. Princip des Flammofens 327. §. 199. Grundzüge der Statik 329. §. 200. Unterschied der theoretischen und wirklichen Leistung des Brennstoffes 331 §. 201. 202. Ausstrahlungsverluste 333. §. 203. 204. Zutrittsgeschwindigkeit der Luft 335. §. 205. Bestimmung der Rostfläche 338. §. 206. Grösse des erforderlichen Essenzuges 340. §. 207. Temperatur der Gase 342. §. 208. Vorbereitung des Brennstoffes 343. §. 209. Volumina der producirten Gase 345. §. 210. Vertheilung der Wärme 347. §. 211. 212. Transmissions- und Strahlungsverluste 348. §. 213. Wärme der Gase beim Verlassen des Ofens 351. §. 214. Temperaturen der Esse 353. §. 215. Recapitulation des Wärmeverbrauches 355. §. 216. Construktionsfolgerungen für einen Flammofen 356. §. 217. Berechnung der Ofenquerschnitte 357.

Anwendung der Gasöfen 359

§. 218. Uebersicht der Anwendungen 359. §. 219. Der Siemens'sche Ofen 360. §. 220—224. Details der Bauart und des Betriebes der Siemens'schen Oefen 362. §. 225. Schlussbemerkung 370.

Abtheilung b. *Die Darstellung der Modelle und Armaturen zur Förmerei* . . . 371

§. 226. Uebersicht des Materiales 371.

1) Die Anfertigung der Modelle . 372

§. 227. Einleitung und Eintheilung 372.

aa) Entwerfen und Zeichnen der Modelle 373

§. 228. 229. Beschaffenheit der Modellzeichnungen 373. §. 230. Modelliren gegebener Verzierungen 375. §. 231. 232. Verzieren durchbrochener Platten 377. §. 233—236. Entwerfen einfacher und verzierter Gitter 380. §. 237. Entwerfen von Grabmonumenten 386.

Seite

§. 238. Entwürfe für den Bauguss 387. §. 239. 240. Bau und Verzierung von Säulen 388. §. 241. Candelaberconstruktionen 391. § 242. Balken- und Trägerentwürfe 392. §. 243. 244. Consolen und Arme 394. §. 245. Modelltheilung 396.

bb) Vom Schwindmaasse 399

§. 247. Definition. Untersuchungen Ledebur's 399. §. 248. Versuche mit verschiedenen Roheisensorten 400. §. 249. Erörterungen Mallet's 402. §. 250—252. Erfahrungen bei der Modellanfertigung, Werfen u. s. w. 404.

cc) Vom Modelliren in weichem Material . 407

§. 253. Aufbauen und Vollenden von Thonmodellen. Wachsmodelle 407.

dd) Von der Modelltischlerei 409

§. 254. Einleitendes 409. §. 255. Uebersicht der Holzarten, die zur Modellanfertigung geeignet 410. §. 256. Trocknen und Aufbewahren 411.

§. 257. Struktur und Zusammensetzung des Holzes. Bestandtheile des Stammes 413.

§. 258. Spiegel des Holzes, Spaltbarkeit 414. Glattes, verwachsenes Holz 415.

§. 259. Gewicht des Holzes 416. Tabelle von Karmarsch 417.

§. 260. Wassergehalt des Holzes 417. Schwinden des Holzes 418. Tabelle von Laves 419. §. 261. Vorsichtsmaassregeln gegen Quellen und Schwinden 420.

§. 262. Aufbau der Modelle. Verleimen 421. Allgemeine Behauptungen 423.

§. 263. Modelle für den Herdguss, Platten, Rahmen und Gitter 423.

§. 264. Einfache Modelle für den zweitheiligen Kastenguss 424. Uebersicht der Gegenstände 424. Grundregeln für den Modellbau 425.

§. 265. Complicirte Modelle für den zweitheiligen Kastenguss 425. Uebersicht der Gegenstände 425. Beispiel eines Lagerständers 426.

§. 266. Räder 427. Uebersicht der Gegenstände 427. Bilden des Radkörpers 427. §. 267. Bildung der Radzähne 428. §. 268. Bildung der Arme und Naben 429. Winkelräder 430.

§. 269. Cylindrische Körper 430. Dampf- u. s. w. cylinder, Wellen und Walzen 430.

§. 270 Röhrenmodelle 431. Uebersicht der Formen 431. Ausführung der Modelle 432.

§. 271. Disposition und Einrichtung der Modelltischlereien 433. Uebersicht der Apparate

Seite

und Maschinen 433. §. 272. Arbeitseintheilung 434. §. 273. Lage der Modelltischlerei im Bezug auf die übrigen Theile der Giesserei 435. Heizung 436. §. 274. Umfang der Ateliers 437. Disposition der einzelnen Apparate 438.

§. 275. Aufbewahrung der Holzmodelle 439. Einrichtung der Modellböden 439. Gewöhnliche Missstände 439. §. 276. Katalogisirung der Modelle 440. §. 277. Bau der Modellmagazine 441. Eiserne Modellschuppen 441.

ee) Von dem Giessen und Treiben der Metallhauptmodelle und Vollenden derselben 442

§. 278. Uebersicht der Anwendung 442. §. 279. Treiben der Modelle 443. §. 280. Schlagen und Pressen kleinerer Modelle 444. Fabrikation der Poteriemodelle in Lauchhammer 445. §. 281. Giessen der Modelle 446. §. 282. Modelle für Röhrenguss und Munition 447.

ff) Von der Darstellung der Formmodelle aus Metall 448

§. 283. Wahl des Materiales 448. §. 284. Uebersicht der Formen 448. Verzeichniss französischer Poterie nach Guettier 449. §. 285. Ofenverzeichniss und Verzeichniss von Rosten 451. §. 286. Kessel und andere massivere Objekte 454.

2) Die Anordnung und Darstellung der Armaturen 456

§. 287. Uebersicht des Stoffes 456.

aa) Die Darstellung der Formkasten . . . 456

§. 288. Definition und Eigenschaften des Formkastens 456. §. 289. Gestalt eines Formkastens 458. §. 290. Theilung des Formkastens. §. 391. Zwischenwände und Fächer 460. §. 292. Garnituren der Formkasten 461. §. 293. Registrirung und Aufbewahrung der Formkasten 462.

bb) Darstellung der Gehänge und Spreitzen 463

§. 294. Uebersicht der Formen und der Fabrikation 463.

cc) Spindeln und Kerneisen 464

§. 295. Begriff und Material 464. §. 296. Construktionsregeln 465.

Seite

dd) Herstellung der Lehmgusstheile 466

§. 297. Uebersicht und Fabrikation 466.

ee) Herstellung der Formbretter und Unterlagen 467

§. 298. Begriff 467. Construktion und Darstellung 468.

ff) Die Darstellung der Coquillen 469

§. 299. Begriff und erforderliche Eigenschaften 469. §. 300. Herstellung 470.

3) Von den Formmaschinen 471

§. 301. Uebersicht des Gebietes und Eintheilung 471.

aa) Aeltere Vorrichtungen zur Maschinenförmerei, wie sie bis 1862—63 vorhanden waren 472

§. 302. Gruppirung des Stoffes 472.

α) Maschinen zur Röhrenförmerei 472

§. 303. Maschinen von Harrison und Stewart 472. §. 304. Maschinen von Newton 474. Kernwagen von Stewart, Maschine von Fairbairn und Hetterington 476. §. 305. Maschine von Sheriff 476. Maschine von Elder 477. §. 306. Maschine von Waltjen 478. Maschine von Downie 480. §. 307. Maschine von Shanks 480. Kernspindel von Cochrane 481.

β) Einformen der Eisenbahnstühle 483

§. 308. Maschine von Brown 483. Maschine von Muir 484. §. 309. Maschine von Jobson 484. Maschine von Benson James 485. §. 310. Zweite Maschine von Jobson 486. §. 311. White's Maschine 488.

γ) Einformen von Geschützkugeln 489

§. 312. Centrifugalmaschine von Richard Peters 489, von Shanks 490. §. 313. Formmethode Jobson's 490. Verfahren von Page & Robertson 491. § 314. Apparat von Downie 492. Apparat zu Woolwich 492. Kernmaschine zu Woolwich 492.

δ) Einformen von Geschirren 493

§. 315. Verfahren von Jnglis & Cowie 493. §. 316. Methode von Page & Robertson 495. §. 317. Mantelformmethode von Downie 495. §. 318. Verfahren von Brown 496.

Seite

ε) Einformen anderer Gegenstände . . . 497

§. 319. Formmaschinen von Jobson 497. §. 320. Maschine von Howard 499. Hartmann's Methode für Schraubenförmerei, Schwenkguss von Gysser 500.

ζ) Maschinen zum Einformen von Zahnrädern ohne Modell 501

§. 321. Methode von Ferrouilh 501. §. 322. Methode von de Louvrié 501. §. 323. Methode von Jackson 503. Ruffer's Verfahren 504.

bb) Zustand einzelner Förmereimethoden in England in Verbindung mit der Entwicklung der Formmaschinen . . . 504

§. 324. Uebersicht des Stoffes und Gruppirung 504.

α) Formmaschinen zum Ausziehen des Modelles ohne Umkehrung 505

§. 325. Howard'sches Princip 505. §. 326. Bewegung durch Hebel 507, durch Schrauben 508, durch gezahnte Stangen 508. §. 327. Zusammengesetzte Bewegung 509.

β) Formmaschinen zum Umkehren des Kastens 511

§. 328. Umgestaltung der Jobson'schen Maschine 511.

γ) Verbindung beider Systeme 513

§. 329. Combination der Jobson'schen und der Howard'schen Maschine 513.

δ) Förmereiverfahren bei Röhren mit geringem Durchmesser 514

§. 330. Uebersicht 514. Modelle und Modellbretter 515. §. 331. Formkasten für Sand- und Masseguss 516. §. 332. Darrkammern 517. §. 333. Kerne 517. §. 334. Abguss der Röhren 519.

ε) Förmereiverfahren für Röhren mit grösstem Durchmesser 520

§. 335. Allgemeine Bemerkungen 520. §. 336. Maschinenförmerei nach Stewart 522. §. 337. Sheriff's Maschinen 523. §. 338. Einformen mit Handarbeit 525.

Seite

cc) Neuere Vorrichtungen zur Maschinenformerei und specielle Versuche in Deutschland, die englischen Vorrichtungen einzubürgern 526

§. 339. Bestrebungen und Widerstände 516. §. 340. Stentz's Vorschläge 527. §. 341. Munitionsförmerei mit Maschinen in Gleiwitz 528. § 343. Petzeld's Maschine 529. §. 343. Röhrenformmaschinen in Mühlheim a. d. Ruhr und Bayenthal 530. §. 344. Einführung der Räderförmerei 531. §. 345—347 Beschreibung der Scott'schen Maschine 532. §. 348. 349. Arbeit mit der Scott'schen Maschine 535.

Abtheilung c. *Die Darstellung der Formen, das Giessen und das Herausnehmen der Gussstücke* 538

§. 350. Uebersicht der Arbeiten und Classifikation 538.

1) Herdförmerei 539

§. 351. Allgemeiner Begriff 539.

aa) Offener Herdguss 541

§. 352—356. Beispiele des offenen Herdgusses 541.

bb) Verdeckter Herdguss 544

§. 357. Einfache Aufgaben 544. §. 358. Complicirtere Aufgaben 546.

2) Kastenförmerei in Sand 547

§. 359. Allgemeine Manipulationen 547.

aa) Zweitheilige Kastenförmerei 549

§. 360—362. Einfache Beispiele 549. §. 363—365. Einfacher Maschinenguss 552. §. 366—373. Complicirter Maschinenguss Räder 555. §. 374—376. Räderförmerei mit peripherischen Kernen 564. §. 377. Weitere Beispiele complicirter Art 567. §. 378. Kettenförmerei 568.

bb) Mehrtheilige Kastenförmerei in Sand . 569

§. 379. Uebersicht der Arbeiten 569. §. 380—382. Beispiele für dreitheiligen Guss 570. §. 383—386. Beispiele für vier- und fünftheiligen Guss 574.

3) Kastenförmerei in Masse . . . 578

§. 387. Uebersicht der Arbeiten 578.

Seite

aa) Mit Modell bewirkte Kastenförmerei in Masse 579

§. 388—390. Manipulation im Allgemeinen 579. §. 391. 392. Beispiele 583.

bb) Kastenförmerei in Masse mit Chablonen 585

§ 393. Uebersicht und Beispiel der Manipulationen 585.

4) Lehmförmerei 587

§. 394. 395. Uebersicht und Eintheilung der Arbeiten 587.

aa) Von der einfacheren Lehmförmerei . 589

§. 396. Prinzip der Arbeit 589. §. 397—399. Hilfsmittel, Luftsteine, Armaturen, Drehvorrichtungen 590. §. 400—402. Schilderung des Arbeitsverfahrens an zwei Kesselformen 594. §. 403. Hydraulische Cylinder 599. §. 404. 405. Glockengiesserei 600.

bb) Von der complicirten Lehmförmerei . 605

§. 407. Uebersicht und Beispiele 605.

cc) Kunstförmerei in Lehm 607

§. 408. Uebersicht der Methoden 607. §. 409. 410. Münchener Methode 608.

Zusätzliche Bemerkungen zur Lehmförmerei 611

§. 411. Mittheilungen von R. Mallet 611.

5) Schalenguss 613

§. 412. Allgemeines 613. §. 413—417. Bemerkungen zur Theorie des Hartgusses 614. §. 418—420. Schilderung der Formmethode 623.

Abtheilung d. *Die Bearbeitung der rohen Gussstücke durch Putzen, Schleifen und besondere maschinelle Hilfsmittel* . . . 627

§. 421. Uebersicht und Eintheilung 627.

1) Das Putzen der Gusswaaren . . 629

§. 422. 423. Begriff der Arbeit, Ausbessern der Gussfehler, Flicken 629.

2) Das Schleifen der Gusswaaren . 632

Seite

§. 424. 425. Uebersicht der Arbeit und Angaben über Feinschleifen 632.

3) Die Verwendung der Abfälle von der Bearbeitung 635

§. 426. Verwendung der Bohr- und Drehspäne 635.

Abtheilung e. *Die Zusammensetzung der bearbeiteten Gussstücke zu grösseren Gegenständen, sowie die Beschlagsarbeiten* 636

§. 427. Uebersicht und Eintheilung 636.

1) Das Zusammenpassen und Beschlagen von Gittern 637

§. 428. Gitterflächen 637. §. 429. Einzeltraillen 639.

2) Das Zusammenpassen und Beschlagen grösserer Bauanlagen aus Gusseisen 640

§. 430. Uebersicht der Arbeiten 640.

Abtheilung f. *Die Verzierung der bearbeiteten und zusammengesetzten Gegenstände durch Anstrich, Emailliren und Herstellung fremder Metallüberzüge* . 641

§. 431. Uebersicht der Arbeiten 641.

1) Von dem Anstreichen und Bemalen der Gusswaaren 642

§. 432. 433. Aesthetische Grundsätze der Bemalung 642. §. 434. Technische Herstellung der Anstriche 645.

2) Von dem Ueberziehen der Gusswaaren mit Metallen 647

§. 435. Uebersicht der Methoden 647.

aa) Das gewöhnliche Bronciren und das Bedecken des Gusseisens mit Metallblättern 648

§. 436. Aesthetische Grundsätze in der Wahl der Bronce 648. §. 437. Vollständige Deckung durch Bronce 650. §. 438. Blattvergoldung u. s. w. 651.

Seite

bb) Das Fällen von Metallüberzügen auf präparirten Gusseisenflächen durch einfache chemische Reaktion oder durch Galvanismus 652

§. 439. Prinzipien und chemische Fällungsreihe 652. §. 440. Oudry'sche Broncirung 654.

cc) Das Ueberziehen und Umgeben des Gusseisens mit stärkeren Metallüberzügen durch wirkliche Oberflächenlegirung 655

§. 441. Bildung der Zink- und Zinnüberzüge 655. §. 442. 443. Beispiele 656.

3) Von dem Emailliren oder Glasiren der Gusswaaren 659

§. 444. Uebersicht. Historisches 659. §. 445. Literatur. Eintheilung des Stoffes 660.

aa) Die Emaillirmaterialien, ihre Eigenschaften und Zusammensetzung 662

§. 446. Uebersicht und Classifikation 662.

Die sauren Bestandtheile der Emaillen . 663

§. 447. Uebersicht und Beschreibung 663. Kieselsäure, Feldspath, Thon 664. Scherben 665.

Die basischen Bestandtheile der Emaillen 666

§. 448. Uebersicht 666. Alkalien und Erden 666. Blei- und Zinnoxyd 667.

Die neutralen und zusätzlichen Bestandtheile der Emaillen 667

§. 449. Uebersicht 667. Borax und kohlensaures Ammoniak 667. Knochenasche 668.

bb) Die Vorrichtung der Materialien, Calcination, Mahlen und Verreiben . . . 668

§. 450. Glühen, Pochen 668. Feinmahlen 670.

Oxydation des Zinnes und Bleies . . . 670

§. 451. Form der Anwendung 670. Ofen und Schmelzen 671. Flammofen zu Tangerhütte 672.

Seite

cc) Die Darstellung der Massen oder Emaillen. Schmelzen und Mahlen 673

§. 452. Mischungsverhältnisse 673. Gegensatz der Grundmasse und Glasur 673.

Die Zusammensetzungsverhältnisse der Emaillirmischungen 674

§. 453. Grundmasse. Vogelgesang's Recepte 674. §. 454. Durchschnitt 675. Stöchiometrische Rechnungen 676. Resultate 677.

Die Deckmasse, Schlussmasse oder Glasur 678

§. 455. Zusammensetzung im Allgemeinen 678. §. 456. Recepte von Vogelgesang 679. §. 457. Durchschnitte 681. Stöchiometrische Rechnungen 681. Resultat 682.

Die Zubereitung der Emaillen und die dazu erforderlichen Apparate 682

§. 458. Tiegelbereitung 682. §. 459. Mechanische Herstellung der Grund- und Schlussmasse 684. §. 460. 461. Schmelzofen. Schmelzverfahren 686.

dd) Die Emaillirarbeiten selbst u. s. w. . 689

§. 462. Revision und Beizen des Geschirres 689.

Das Auftragen der Grundmasse . . . 690

§. 463. Auftragen und Trocknen 690. Beispiel eines Topfes 692. §. 464. Beispiel einer Wasserpfanne 692, eines Kessels 693. Vorwärmen der Geschirre 694.

Das Einbrennen der Grundmasse . . . 694

§. 465. Revision der aufgetragenen Grundmasse 694. Brennofen, Heizung, Besetzen 695. Führung des Brandes 696.

Das Auftragen und Einbrennen der Glasur 696

§. 466. Auftragen 696. Einsetzen und Brennen 697. Ausklopfen 698.

Das Theeren und Schwärzen der emaillirten Waaren 698

§. 467. Beschreibung der Geräthe 698. Schliessliche Bemerkungen über das Emailliren besonders grosser Stücke 699.

Seite

ee) Bemerkungen über Ausdehnung und Grösse der Emailliranlagen 699

§. 468. Disposition 699. §. 469. Ausstattung der Räume 701.

4) Von weiteren Verzierungsarbeiten an den Gusswaaren 702

§. 470. Uebersicht der Arbeiten 702. §. 471. Einlegearbeit. Niello 703.

B. Beschreibung besonderer Arbeiten und einzelner Fabrikationszweige . . 706

§. 1. Uebersicht und Eintheilung 706.

Abtheilung a. *Beschreibung solcher Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine besondere Rücksicht auf Veränderungen des Materiales nicht genommen zu werden braucht* 707

§. 2. Classifikation des Einzelnen 707.

1) Der gwöhnliche Handelsguss, Platten, Roste, Oefen, Poterie und verwandte Gegenstände . . 708

§. 3. 4. Plattenguss und leichter Hohlguss 708. Leistungen eines Förmers 710. §. 5. Schwerer Hohlguss 711. §. 6. Oefen 712.

2) Der Guss von eisernen Röhren zu Wasser- und Gasleitungen . 714

§. 7. Uebersicht der Fortschritte 714. Eintheilung 715.

aa) Die Röhrenfabrikation mit liegender Förmerei und vertikalem Guss . . . 716

§. 8. Uebersicht der Arbeit 716. §. 9—11. Dispositionen Cramer's auf der Königin Marienhütte 717.

bb) Die Röhrenfabrikation mit stehender Handförmerei und vertikalem Guss . 722

§. 12. 13. Verfahren von Haldy in Pont-à-Mousson 722.

Seite

cc) Die Röhrenfabrikation mit Maschinen in aufrechtstehendem Kasten und mit Vertikalguss 725

§. 14. Uebersicht 725. Dewailly'sche Methode 726. §. 15. Leistungen der Giesserei zu Marquise 727.

dd) Vergleich der Hauptfabrikationsmethoden und Details der Röhrenförmerei überhaupt 728

§. 16. Arbeit von Cramer 728. Tabelle von Normaldimensionen 729. §. 17–23. Bemerkungen von Stentz über einige Details der englischen und deutschen Röhrenförmerei 729–742.

ee) Fertigstellen der Röhren, Probiren und Schwärzen 743

§. 24. Mittheilung von Stentz 743. §. 25. Probirvorrichtungen von Cochrane und Fielding & Platt 744, von Reinhard 745. §. 26. Schwärzen der Röhren 745.

Schlussbemerkung 747

§. 27. Bemerkungen von Stentz über die Einführung der maschinellen Röhrenförmerei 747.

3) Der Bauguss u. s. w. 748

§. 28. Uebersicht und Detail 748.

4) Der Feinguss 749

§. 29. Allgemeine Uebersicht 749. §. 30. 31. Arbeiten von Schott 751. §. 32–38. Mittheilungen von Schott über Vollendung der Feingüsse 755.

5) Der ordinäre Maschinenguss u. s. w. 768

§. 39. Uebersicht und Prinzipien 768.

6) Der massive Guss aus gewöhnlichem Eisen 769

§. 40. Uebersicht 769. §. 41. Schmelzapparate 770. Ireland's, Krupp's, Guettier's, Ledebur's Oefen 771. §. 42. Formmethode 772. §. 43. 44. Chabotten-Guss zu Perm 773, an anderen Orten 776.

Seite

Abtheilung b. *Beschreibung solcher Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine Veränderung des gewöhnlichen Materiales von vornherein nothwendig ist oder nach dem erfolgten Gusse stattgefunden hat* 776

§. 43. Uebersicht der Eintheilung 776.

1) Die Fabrikation der Walzen zur Metall-, Papier- und Zeugbearbeitung 777

§. 46. Uebersicht der verschiedenen Walzenarten 772.

aa) Die Darstellung und der Guss von weichen Walzen 778

§. 47. Material 778. §. 48. Förmereiprozess 779. §. 49—51. Zusammenstellung von Gleiwitzer Walzengüssen 780. §. 52—59. Referat über den Walzenguss auf verschiedenen rheinisch-westphälischen Werken 786.

bb) Die Darstellung und der Guss von Hartwalzen 793

§. 60. Uebersicht 793. §. 61. Materialrücksichten 794. §. 62. Uebersetzen der Hochöfen zur Darstellung von Hartwalzen. Malapane 795. Edlach 796. §. 63. Manipulation des Walzengusses 796. Königsbronn 796. Wheeldon 797. §. 64. Coquillensortiment von Seraing 798. §. 65. 66. Methode des Formens 799. §. 67. Material in Seraing 801. §. 68—70. Abdrehen der Walzen 802. Drehbank von Claridge & North zu Bilston 802. §. 71. Zerkleinerung von Walzen 807. §. 72. Walzwerksgetriebe mit harten Zähnen 807.

2) Die Fabrikation der Geschütze 808

§. 73. Allgemeines 808.

aa) Versuche der Amerikaner über die Eigenschaften der Materialien des Kanonengusses 809

§. 74—82. Referat Mallet's über die amerikanischen Versuche 809.

bb) Darstellung des Rodman'schen Giessverfahrens 820

Seite

§. 83. Prinzip des Giessverfahrens 820. §. 84. 85. Ausführung des Gusses 821.

3) Die Fabrikation des Hartgusses zum Kriegs- und zum Eisenbahnbedarf 824

§. 86. Uebersicht der Geschosse 824. Hohlgeschosse in Coquillen 825. §. 87. Die Schalengussräder 825. Reiseberichte von Krüger 826. §. 88. Versuche in Malapane 827. §. 89. Fortschritte im Räderguss in Oesterreich 829. §. 90. Colburn's Bemerkungen über die Spannungen in den Rädern 829.

4) Die Fabrikation des schmiedbaren Gusses 831

§. 91. Definition 831. §. 92. Material 833. §. 93. Schmelzen des Materiales 835. §. 94 Formen der Gussstücke 837. §. 95. Modelle 839. §. 96. Tempern der Güsse 841. §. 97. 98. Temperöfen 842. Neuere Erfahrungen und Methoden von Tenwick 845, Poulet-Nagaut 845, Davenport 846.

Abtheilung c. *Beschreibung besonderer Vorgänge bei dem Giessereibetriebe, welche in keine der vorher behandelten Abtheilungen gehören* 841

aa) Das Anschweissen 846

§. 99. Neuere Arbeiten Scupin's und Mengy's 846.

bb) Das Eingiessen und Umgiessen . . . 846

§. 100—107. Mittheilungen Mallet's über englische Erfahrungen im Umgiessen von festen Construktionselementen mit Roheisen 846. §. 108. Erfahrungen von Rieth, Knaudt, Wintzer 857.

cc) Das Arbeiten mit Centrifugalgiessmaschinen und besonderen Eingussvorrichtungen 858

§. 109. Erfahrungen von Whitley, Bower und Paar 858.

dd) Gewinnung des Roheisenabfalles . . 858

§. 110. Mittheilung von Fischer 859.

Seite

IV. Organisation und Verwaltung der Eisengiessereien.

Vorbemerkung 860

A. Anlage, Disposition und Construktion der Giesserei 861

§. 1. Wahl des Ortes 861 §. 2. Beziehungen zum Produkt und Material 863. §. 3. Beziehungen der einzelnen Theile des Werkes zu einander 864. §. 4. 5. Bauliche Ausführung 866.

B. Die Betriebsorganisation 869

§. 1. Uebersicht und Eintheilung 869.

Abtheilung a. *Von der Betriebsorganisation, Annahme und Vertheilung der Arbeiter; von den Gedingen und Arbeitscontrakten; von den Haushaltungssätzen und Prämien* 869

§. 2. Allgemeines 869.

1) Der Arbeitsvertrag oder das Gedinge 871

§. 3. Definition und allgemeine Form 871. §. 4. Arten der Gedinge: Schmelzer-, Förmergedinge u. s. w. 873. §. 5. Lohnsfeststellung 874. Formel für die Lohnsbestimmung 875. §. 6. Durchschnittliche Förmerlöhne 876. §. 7. Specielle Fassung der Arbeitsverträge 877.

2) Die Verabredung besonderer Haushaltungssätze bezüglich des Verbrauchs verschiedener Hauptmaterialien 879

§. 8. Details der Oekonomiepläne 879.

Abtheilung b. *Von der Bestellungsannahme und Vertheilung, Controle der Ausführung und Abnahme der Bestellungen; Voranschläge; Preislisten und Preiscourante* 881

§. 9. Bestellungsbuch 881. §. 10. Arbeitsbücher 882. §. 11. Abnahme und Controle 884. §. 12. Ausarbeitung der Preiscourante 885. §. 13—15. Voranschläge 886.

Seite

Abtheilung c. *Von der technischen Buchführung* 890

§. 16. Uebersicht und Eintheilung 890.

1) Die Schmelzbücher 891

§. 17. Details der Schmelzbücher 891.

2) Die Arbeitsbücher und die Lohnsrechnungen 893

§. 18. 19. Details der Lohnsberechnungen unter verschiedenen Verhältnissen 893.

3) Die Produktionszusammenstellungen 896

§. 20. Details derselben 896.

Abtheilung d. *Von den Betriebs- und Verwaltungsberichten* 897

§. 21. Charakteristik der in denselben zu erwähnenden Thatsachen 897.

Anhang (enthaltend die Beilagen zu dem IV. Theil) 899

Beilagen I—XVII 901—959

III. Betriebsführung und Arbeiten der Giessereien.

Einleitende Bemerkungen und Eintheilung.

Der Besprechung aller Betriebsmaterialien und der sämmtlichen Betriebsvorrichtungen, welche in den beiden ersten Abschnitten stattgefunden hat, folgt nunmehr die Schilderung der Arbeit selbst d. h. aller Prozesse und Methoden, welche den Betrieb der Giessereien zusammensetzen.

Sowie im vorhergehenden II. Abschnitte auf eine gehörig übersichtliche Disposition Werth gelegt worden ist, um den Stoff zu bewältigen, muss auch hier hervorgehoben werden, dass ohne eine bestimmte Theilung der Aufgabe deren Lösung nicht wohl erzielt werden kann.

Mehr noch, als es bei Apparaten und Werkzeugen geschieht, lässt sich die Arbeitsmethode von verschiedenen Gesichtspunkten betrachten und sind hierbei verschiedene Auffassungen zulässig, von denen bald die eine, bald die andere den Vorzug verdient und auch erhalten hat, während auf harmonische Behandlung weniger gesehen wurde. Dieses mag der Grund sein, warum einzelne Manipulationen so selten gut und eingehend beschrieben werden; in jeder Arbeit lassen sich zwei verschiedene Momente erkennen, einmal das auf allgemein mechanische Grundsätze gestützte, ohne Rücksicht auf besondere Materialien aufzufassende Arbeitsgesetz und dann die in seiner Anwendung auf einen einzigen Fall liegende Summe besonderer technischer Kunstgriffe, das specielle Arbeitsverfahren.

Diese Betrachtung, welche gewiss jeder einsichtige Betriebsführer einmal in seinem Leben gemacht hat, giebt uns einen Fingerzeig zur Klassifikation des Materials in diesem Abschnitte, welcher danach in einen allgemeinen und einen speciellen zerfallen dürfte.

Der allgemeine Verlauf und Gang des Betriebes würde hiernach der ersten Hälfte zufallen, während die Beschreibung besonderer Arbeiten oder einzelner Fabrikationszweige die zweite Hälfte des ganzen Abschnittes ausmachen dürfte.

Jene enthält den von der ersten Vorbereitung der Materialien bis zu der Vollendung der fertigen Waare systematisch fortschreitenden Verlauf des Betriebes in allen Hauptstadien so ausführlich geschildert, als es eben die Allgemeinheit der Beschreibung zulässt. Die zweite Hälfte betrachtet einzelne quantitativ oder technisch wichtige Fabrikationszweige in ihrer ganzen Ausdehnung vom Rohen zum Fertigen; der Gang der Betrachtung ist hier im Besondern der nämliche wie dort im Allgemeinen, weshalb alles fortfallen kann, was zur Auffassung des einzelnen Arbeitsgesetzes gehört. Es werden in dem Verlaufe der zweiten Hälfte nur die Details der technischen Methoden, nicht die allgemeinen Grundzüge des Verfahrens behandelt; das Letztere wäre eine mehrfache Wiederholung von der Substanz der ersten Hälfte.

Betrachtet man z. B. die Anfertigung gusseiserner Rohre, so wird in dem so überschriebenen Theile der zweiten Hälfte dieses Abschnittes nicht die allgemeine Arbeitsmethode für Kastenguss in Sand oder Masse betrachtet; dieses gehört in die erste Hälfte unter die Aufschrift: Formmethoden, und der specielle Theil enthält nur die genaue Ausführung aller die Röhrenfabrikation kennzeichnenden technischen Kunstgriffe und Details.

Etliche Wiederholungen dabei zu vermeiden, ist nicht wohl möglich; in den meisten Fällen wird aber eine Andeutung und ein Hinweis auf die erste Hälfte genügen.

A. Der allgemeine Verlauf und Gang des Giessereibetriebes.

§. 1. Dem systematischen Charakter dieser Hälfte des III. Abschnittes entsprechend, bietet sich beim Betreten des zugewiesenen Gebietes zunächst das Schmelzen des Gussmaterials, wie es in den verschiedenen im ersten Band ausführlich behandelten Ofenconstruktionen ausgeführt wird. Bei der Betrachtung des Ofenbetriebes lernt man am besten auch den weniger wichtigen der Nebenapparate, also der Gebläse und Aufzüge kennen; es erscheint nicht nothwendig, diesen als besonderes Capitel zu behandeln.

In zweiter Linie tritt die Frage nach der Anfertigung der Modelle auf, eine Frage, deren Wichtigkeit bereits im ersten Bande angedeutet worden ist, wo es sich um die allgemeinsten Charaktere der verschiedenen Modelle handelte. Es wird hierbei nicht allein der Betrieb der Modelltischlerei und der Modellirwerksätten zu besprechen sein; auch allgemeine Grundsätze in Betreff der Theilung von Modellen u. s. w. müssen zur Sprache kommen.

Die nächste Frage ist die der Formmethoden selbst; die Darstellung der Form in den verschiedensten Substanzen sowie die durch die allgemeinsten Gestaltungsbegriffe der Körper veranlasste Theilung der Form kommen vorwiegend zur Sprache.

Die Ausführung des Gusses findet in jedem besonderen Falle die nöthige Berücksichtigung, obwohl, wie sehr Vieles gerade in dieser Abtheilung, das Wichtigste erst in der zweiten Hälfte des ganzen Abschnittes gesagt werden kann.

Die Vollendung der so erzielten Fabrikate durch Bearbeitung, Zusammensetzung und Verzierung, bildet den Schluss dieser vorläufigen Schilde-

rung des Betriebes und zergliedert sich in eine grössere Zahl von Manipulationen, welche, nur im Ganzen betrachtet, den drei vorhergehenden Fragen gegenüber, Bedeutung gewinnen.

Die Abtheilungen, die sich hiernach von selbst bilden, sind folgende:

a) Das Schmelzen des Gussmaterials — der Ofenbetrieb und der Betrieb der Nebenapparate.

b) Die Darstellung der Modelle und Armaturen zur Förmerei.

c) Die Darstellung der Formen, das Giessen und das Herausnehmen der Gussstücke.

d) Die Bearbeitung der rohen Gussstücke durch Putzen, Schleifen und durch besondere maschinelle Hilfsmittel.

e) Die Zusammensetzung der bearbeiteten Gussstücke zu grösseren Gegenständen, sowie die Beschlagsarbeiten.

f) Die Verzierung der bearbeiteten und zusammengesetzten Gegenstände durch Anstrich, Emailliren und Herstellung fremder Metallüberzüge.

Für die verschiedene Gliederung des Stoffes bin ich zum Theil der lichtvollen Disposition gefolgt, welche Karmarsch für die Behandlung der mechanischen Technologie der Metalle mit so vielem Erfolge angewandt hat. Nur vereinigen sich in seinem Werke die hier besonders getrennten drei ersten Capitel zu einem Ganzen, der Darstellung roher Formen aus Metall; beide Dispositionen sind durch die verschiedene Ausdehnung der jederseitigen Gebiete vollkommen berechtigt.

Abtheilung a. *Das Schmelzen des Gussmaterials.*

§. 2. Wie bereits im ersten Bande angeführt worden ist, kann man das Schmelzen des Roheisens hauptsächlich in drei verschiedenen Apparaten ausführen, den Tiegelöfen, den Schachtöfen und den Flammöfen. Den Eigenthümlichkeiten der Apparate entsprechen auch besondere Abweichungen im Gange und in der Leitung der in denselben bewirkten Schmelzprozesse. Auch die ökonomischen Resultate sind verschiedene, da die Brennstoffe in den drei Apparaten nicht gleich vortheilhaft ausgenutzt werden können. Trotzdem wendet man in der Jetztzeit die im ersten Bande, 2. Abschnitt, 1. Theil, beschriebenen Betriebsvorrichtungen neben einander an, weil sowohl das zu erreichende Ziel des Gusses als auch bestimmte lokale Bedingungen die ökonomischen oder technischen Rücksichten zu alteriren im Stande sind.

Wir werden indessen nach der Besprechung der praktischen Schmelzmethoden Veranlassung finden, diese Unterschiede hervorzuheben und auf die eigentliche theoretische Grundlage des Eisenschmelzens zu beziehen.

Diese Abtheilung zerfällt hiernach in wesentlich zwei Theile, der Beschreibung des Ofenbetriebes und der theoretischen Betrachtung des Roheisenschmelzens. Der erste Theil gliedert sich selbstverständlich in drei kleinere Abschnitte:

aa) von dem Betriebe der Tiegelöfen,
bb) „ „ „ „ Schachtöfen,
cc) „ „ „ „ Flammöfen,

während der zweite Theil sich in erster Linie mit dem Schmelzprozess des Roheisens selbst und der Ermittlung der dazu erforderlichen Wärmemenge, in zweiter Linie mit dem Vergleich dieser theoretischen Resultate und denen des wirklichen Betriebes beschäftigt.

So weit es nothwendig ist, sind die Geräthe beschrieben und abgebildet, und auch neue Ofenschachtformen u. s. w. gewissermaassen als Vervollständigung der Notizen des ersten Bandes gegeben und besprochen worden.

1) Beschreibung des Ofenbetriebes.

aa) Betrieb der Tiegelöfen.

§. 3. Das Schmelzen des Roheisens in Tiegeln bietet wenig Abwechselung und Eigenthümlichkeiten, weil hier nur ein technischer Zweck dominirt — nämlich das Erzielen möglichst dünnflüssigen Gusses — und nicht so viel Einflüsse in Rechnung gezogen werden müssen, als bei den übrigen Schmelz-Apparaten. Das Roheisen, in gewissenhaftester Weise ausgesucht, der darzustellenden Waare also in seinen sämmtlichen Eigenschaften vollkommen entsprechend, wird ja in einem allseitig geschlossenen Gefässe erhitzt, ohne mit dem Brennstoff oder den gasförmigen Produkten der Verbrennung in unmittelbare Berührung zu kommen; es wird also die Wahl des Roheisens wie die des Brennstoffes durch gegenseitige Rücksichten gar nicht weiter beschränkt.

Demnach erscheint es vorzugsweise technische Grundlage der Tiegelschmelzerei, die Wirkung des Brennstoffes möglichst zu benutzen und die wirthschaftliche Rücksicht vor allem walten zu lassen, soweit es bei der Darstellung eines hitzigen Gusses in kleinen Portionen überhaupt angeht. Ein secundäres Interesse waltet im Betreff der Tiegel selbst ob; man geht sehr sorgfältig mit denselben um, und sucht sie öfters zu benutzen. Der geringere Werth des Eisengusses überhaupt gestattet nicht, bei dem Tiegelguss in Roheisen einen ähnlichen Luxus walten zu lassen, als ihn die Stahlgiessereien mit ihren Schmelzgefässen treiben können. Die Tiegel werden deshalb vorsichtig angewärmt und nach dem Guss mit noch grösserer Sorgfalt behandelt, während sie bei der Gussstahlfabrikation gewöhnlich als Scherben bei Seite geworfen werden und als rohes Material für Tiegelfabrikation gelten.

Der geringe Umfang der Tiegelgiesserei für Eisenwaarendarstellung tritt noch zu all diesen charakteristischen Merkmalen und prägt sie noch besonders

aus. Ausser den feinsten Luxusgegenständen sind es nur noch die allerdings zahlreichen „schmiedbar" gemachten oder getemperten Güsse, welche ihre Darstellung der Tiegelschmelzerei vorwiegend verdanken.

§. 4. Was zunächst die Wahl des Materials anbetrifft, so lässt sich darüber Folgendes feststellen.*)

Von den Gusswaaren, die aus Tiegelguss gemacht werden, verlangt man in der Regel die grösste Sauberkeit und Reinheit der Oberfläche, wogegen Festigkeit und Härte des Gussstückes weit weniger in Betracht kommen. Jede grosse Härte ist nachtheilig, wenn das Gussstück eine weitere Bearbeitung erfahren soll, aber in solchen Fällen, die doch nur selten auftreten, kann man Sprödigkeit und Härte durch das Tempern beseitigen.

Alles Roheisen von einem wirklich übersetzten Gang des Ofens ist zum Tiegelguss nicht brauchbar — es zerspringt zu leicht; das graue Roheisen verliert beim Tiegelschmelzen nicht nur keinen Graphit, sondern bringt denselben noch besser zum Vorschein. Ist das graue Roheisen bei einer leichtflüssigen Beschickung gefallen, so setzt sich der Graphit sehr leicht zu Schaumstellen zusammen, während die Textur überhaupt eine ungleichförmige wird; Roheisen von strengflüssigen Beschickungen wird leicht überhitzt, um dünnflüssig sich giessen zu lassen, und veranlasst deshalb rauhe Gussoberflächen durch Anbrennen der Schwärze.

Halbirtes Roheisen eignet sich vorzugsweise zum Tiegelguss, noch besser aber das feinkörnige graue Roheisen von strengflüssigen Erzen, auch nach mehrmaligem Umschmelzen im Flammofen. Dabei ist zu bemerken, dass ein zu grosser Siliciumgehalt die Brauchbarkeit des Roheisens zum Tiegelguss vermindert, weil er zur Sprödigkeit des Eisens beiträgt. Eine Gattirung von grauem Roheisen zweiter Schmelzung (Flammofen), mit dem vorher durch öfteres Umschmelzen weissge-

*) Vergl. Karsten's Eisenhüttenkunde, 3. Aufl. III. Bd. S. 299. §. 716.

wordenen Roheisen, ist für Tiegelguss oft sehr brauchbar; das Eisen wird, sobald es bei energischer Hitze umgeschmolzen, sehr flüssig, erhält glatte Oberflächen und füllt die feinsten Theile der Form mit grosser Schärfe. Selbst weisses Roheisen von scharfem Gang kann, mit grauem Roheisen gattirt, angewandt werden; und ist alsdann starke Schmelzhitze und gutes Umrühren vor dem Giessen zu empfehlen. Im Allgemeinen ist es nothwendig, sobald halbirte und weisse Roheisensorten ihrer Dünnflüssigkeit wegen zu Tiegelguss gewählt werden, auf möglichste Reinheit des Eisens und Abwesenheit aller Substanzen zu sehen, welche das Eisen gewöhnlich schwächen.

In diesem Sinne wurde früher das härteste weisse Eisen von Geislautern zur Darstellung der bewunderungswürdigen Visitenkarten der Saynerhütte benutzt.

§. 5. Das Schmelzverfahren selbst ist sehr einfach, und variirt nur nach der Disposition der Oefen und nach der Natur der Tiegel Etwas. Für Gebläsetiegelöfen giebt Guettier*) die nachstehenden, den Gewohnheiten der besten Pariser Giessereien entlehnten Winke, die sich, das auf Windführung u. s. w. Bezügliche natürlich abgerechnet, auch auf den ordinären Tiegelofenbetrieb beziehen lassen. Gut ist es, und ich habe es bereits im ersten Bande angedeutet, die Tiegel unmittelbar vor dem Gebrauche zu prüfen und jeden derselben zu cassiren, der einen dumpfen Klang giebt, oder sonst den geringsten Fehler besitzt. Es ist nothwendig, um auch blosse Continuitätsfehler zu erkennen, die noch nicht Sprünge geworden sind, deren aber veranlassen könnten, den Versuch mit dem Anklingen so vorzunehmen, dass man den Tiegel freischwebend mit zwei Fingern der linken Hand hält, und mit dem Knöchel des rechten Mittelfingers dagegen schlägt. Ein kleines Steinchen oder Geschiebestückchen genügt bisweilen, den Tiegel als unbrauchbar hinzustellen.

*) Traité de la fonderie etc. Deuxième édition, nouveau tirage 1858. Paris, Lacroix.

Nach dieser sorgfältigen Prüfung stellt man den Tiegel verkehrt über die Oeffnung des Ofenschachtes auf zwei gekreuzte Brechstangen und lässt ihn warm werden. Wenn er heiss genug scheint, beginnt man zu blasen und dadurch die Flamme in die Höhe zu treiben, die dann auch den Tiegel erreicht. Nach einiger Zeit lässt man ihn, aber immer noch mit der Oeffnung nach unten gekehrt, in den Ofen bis auf die Brennstoffe herab, und erhitzt ihn zur vollkommenen Weissgluth. Jetzt dreht man ihn um und stellt ihn aufrecht in den Ofen an die bestimmte Stelle, wobei eventuell eine Thonscheibe als Unterlage auf dem Roste sich befinden muss.

Der Brennstoff wird dabei in möglichst gleichförmig zerkleintem Zustande angewandt, um den Ofenraum gut zu füllen und keine Lücken zu lassen.

Diese Art, das Schmelzen vorzubereiten, ist zwar eine ausserordentlich vorsichtige und deshalb vielleicht empfehlenswerthe; gleichzeitig aber erweist sie sich als zeitraubend und mühevoll, da es bekanntlich schwer ist, in einer zusammengesunkenen, weissglühenden Brennstoffmasse Raum für ein Schmelzgefäss — von oben her — zu schaffen.

§. 6. Bequemer ist die andere Methode, welche Guettier angiebt und welche bei dem Windofenbetrieb überhaupt die gebräuchlichere ist. Man kann sie aber nur anwenden, wenn es sich um die erste Inbetriebsetzung handelt; so wie der Ofen heiss geworden ist und schon einen Guss abgegeben hat, muss das erstgenannte Verfahren eingeschlagen werden.

Man besetzt den Ofen mit glühenden Kohlen, so dass der Rost hinreichend bedeckt ist, stellt den Tiegel verkehrt hinein, und füllt mit Kohlen so lange nach, bis der Tiegel fast bedeckt ist. Gut ist es, hierbei sich der Holzkohlen zu bedienen (auch wenn das eigentliche Schmelzen mit Cokes stattfindet) und unter denselben die weicheren Sorten zu wählen, da die harten Kohlen zu leicht zerspringen und zu Beschädigungen des Tiegels Veranlassung geben. Dasselbe ist der Fall mit dem Feuchtigkeitsgehalte, der mög-

lichst gering sein soll; nasse Kohlen beim Tiegelschmelzen überhaupt anzuwenden, ist durchaus nachtheilig.

Das Feuer, dem natürlichen Luftzuge überlassen, schreitet langsam vorwärts und verbreitet sich in der ganzen Kohlenmasse, die allmälig rothglühend wird. Man lässt aber den Tiegel so lange durchglühen, bis die Kohlen kaum noch den Rost bedecken, und holt ihn dann heraus, um ihn anzusehen und definitiv zum Besetzen zu placiren.

Benutzt man den Siemens'schen Gasofen zum Tiegelschmelzen, so muss man die Tiegel vorher sorgfältiger durchglühen, als beim gewöhnlichen Tiegelofenbetriebe, indem alsdann eine rapidere, steigende Temperatur auf dieselben einwirkt.

Andererseits pflegen sich aber die Tiegel auch in solchen Oefen besser zu bewähren, da sie nicht der äusserst gefährlichen direkten Berührung mit glühenden Brennstoffen ausgesetzt sind, sondern von einem Gasstrome umspült werden, der gleichmässiger erwärmt.

Auf den Stahlhütten, wo mit Siemens'schen Oefen gearbeitet wird, erwärmt man dieselben in einem besonderen Glühofen, und demnächst stellt man sie ohne Besatz in die Feuergasse des Regenerativofens und lässt sie weissglühend werden, ehe man sie beschickt.

Oft zeigen sich bei dem zweiten intensiveren Glühen Fehler, welche nach dem ersten Glühen dem Auge des Schmelzers noch entgangen waren.

§. 7. Die Besetzung des Tiegels beginnt*), wenn er definitiv placirt ist und fest auf dem Roste steht. Das Metall in passenden Stücken wird, leicht vorgewärmt, in den Tiegel geschüttet, wozu man sich langer und leichter Zangen bedient. Die Chargen von 3—10 Kilo werden nach einander eingesetzt und rasch geschmolzen, wobei es durch Zudecken des Tiegels möglich ist, die Luft abzuhalten. Bei diesen ersten Arbeiten beobachtet man immerwährend den Zustand

*) Guettier a. a. O. S. 211. Nr. 414.

des Tiegels, und sucht die an dem Rande sich einstellenden Sprünge durch Glasscherben zu flicken; bei Rissen am Boden ist es erforderlich, den Tiegel aus dem Ofen zu nehmen und den Schaden gründlich zu repariren, wenn man nicht (was entschieden besser ist) vorzieht, den Tiegel auszuwechseln. Das Letztere ist selbstverständlich, wenn die Charge bereits aus dem Tiegel geflossen ist. Zur Haltbarkeit der Tiegel trägt die Anwendung des Käses oder der auf dem Roste ruhenden kreisförmigen Thonplatte sehr viel bei, da sie den kalten Luftzug von unten her auffängt und ihrer einfachen Form wegen besser verträgt, als der durch ungünstige Massenvertheilung noch dazu in seiner Integrität gefährdete Tiegeluntertheil. Der Letztere befindet sich in Folge dieser Vorsichtsmaassregel in einer intensiven aber gleichförmigen Hitze, welche der in geringer Entfernung vom Roste liegenden Ofenzone besonders eigen ist und die Schmelzung kann um so rascher eintreten.

Wenn es sich um das Gattiren verschiedener Eisensorten handelt, ist es erforderlich, diejenigen zuerst einzusetzen, welche sich am wenigsten verändern, oder deren Veränderung am wenigsten Schaden bringt. Wenn es sich also, um halbirten Guss darzustellen, empfiehlt, Mischungen von Spiegeleisen und schwedischem grauen Eisen zu machen, ist es gerathen, das Spiegeleisen rasch zu schmelzen und dann das reine, deshalb empfindlichere schwedische Eisen hinzuzusetzen. Besser noch ist es, alles Spiegeleisen und einen Theil des schwedischen Roheisens gleichzeitig einzusetzen, zu schmelzen und zu mischen; schliesslich kann dann der Rest des schwedischen Eisens zugesetzt werden.*)

Es bietet sich in der Folge Gelegenheit, darauf bei der Darstellung gewisser Artikel zurückzukommen.

*) Die beim Darstellen der Legirungen aus verschiedenen Metallen bewährte Praxis, die Gattirung in mehrere Einzeloperationen zu theilen, lässt sich auch beim Eisengiessereibetriebe benutzen.

§. 8. Die Giessbereitschaft tritt ein, sobald der Besatz des Tiegels in geschmolzenem Zustande mehrere Minuten einem Scharffeuer ausgesetzt gewesen ist und das Eisen einen bestimmten Grad der Ueberhitze erhalten hat. Während des Schmelzens muss der Tiegel öfter aufgedeckt und nachgesehen werden, um sich über den passenden Zeitpunkt zum Gusse zu unterrichten.

Sobald das flüssige Metall steigt, d. h. alle festen Stücke untersinken und allmälig ganz verschwinden, muss noch einmal tüchtig Brennstoff aufgefüllt werden; ist derselbe so weit niedergebrannt, dass man den Tiegel mit den Tiegelzangen bequem fassen kann, so wird zum Ausheben geschritten.

Die Tiegelzangen sind von verschiedener Grösse, haben aber alle den gemeinschaftlichen Charakter, dass ihre Klauen rechtwinklig an die Schenkel angesetzt sind und dabei rund gebogen sein müssen, um die Tiegelwände zu umspannen.

Damit die Klauen stets fest anschliessen und sich durch Glühen nicht so leicht verbiegen, werden sie etwas stärker als die Schenkel gemacht; auch giebt man beiden am Vorderende einen kurzen nach unten gebogenen zapfenartigen Fortsatz, der sich an die Tiegelwand anlegt und gleichzeitig den gegenseitigen Anschlag der Klauen bildet.

Ist der Tiegel zu gross, um von einem Arbeiter gefüllt herausgehoben werden zu können, so muss man an einem der Schenkel einen Ring anschweissen lassen, weit genug, um eine Brechstange durchschieben zu können, und so angebracht, dass dieses noch ausserhalb des Ofens geschehen kann.

Dann vermögen zwei Arbeiter bequem den Tiegel zu fassen und nach den Gussformen hinzutragen; der Guss geschieht einfach durch Niederdrücken der Zangenschenkel, höchstens hilft ein dritter Gehilfe nach, indem er mit einer gewöhnlichen eisernen Schaufel den Boden des Tiegels stützt.

Besser ist es unter allen Umständen, sobald der Tiegel einen gewissen Inhalt hat, sich einer Giessgabel zu bedienen, wie sie bei den Geräthen bereits beschrieben wurde. Ein mit einer Gabel an einem, einer einfachen Stange am anderen Ende versehener Ring von hinreichender Weite, um den Tiegel aufzunehmen und zu stützen, liegt auf der Hüttensohle bereit. Die Schmelzer setzen den Tiegel, wie er aus dem Ofen gehoben ist, sofort in den Ring, machen die Tiegelzange los, schlagen den Deckel des Tiegels ab, ziehen die Schlacke weg und heben die Gabel mit dem im Ringe hängenden Tiegel, um nach der Form hinzugehen. Erweist sich der Tiegel nach geschehenem Guss noch brauchbar, so kann er sofort wieder in den Ofen kommen und neu besetzt werden.

§. 9. Die Leitung der Arbeit in Tiegelöfen verlangt in der Regel mehr Sorgfalt als Kunst; dennoch lässt sich nicht läugnen, dass bei gewissen Tiegelsorten eine bedeutende Uebung nöthig ist, um den Guss sowohl auszuführen, als auch mit der erforderlichen Oekonomie im Brennstoffconsum und Tiegelverschleiss zu bewirken.

Die Schwierigkeiten steigern sich, wenn der allerdings seltene Fall eintritt, dass ein schweres Stück in dieser Weise hergestellt werden soll; dann muss die Schmelzung in mehreren Tiegeln geschehen, und es kommt darauf an, deren Betrieb und Gang so zu lenken, dass Alle möglichst gleichzeitig giessbereit stehen. Wie weit man darin die Technik, verbunden mit der Disciplin der Massen, treiben kann, geht aus den Resultaten der Gussstahlfabriken hervor, welche in Tiegeln das Material zu Güssen von 5 Pfd. bis zu 70,000 Pfd. Stahl herzustellen vermögen.

Solche Aufgaben treten niemals an den Eisengiesser heran, und selbst kleine Gegenstände werden ebenso tadelfrei aus gutgeführten Schachtöfen gegossen, sobald man nur in der Auswahl des Materials vorsichtig ist und den Betrieb zweckmässig einrichtet.

Trotzdem werden grössere Eisengiessereien immer Tiegelöfen haben müssen, weil man alle Metallgemische,

welche zur Herstellung von Modellen gebraucht werden, gewöhnlich in Tiegeln flüssig macht. Sind die Oefen, Tiegel und Geräthe einmal vorhanden, so wird man auch besonders feine Dinge, z. B. Schmucksachen, Medaillen- und Gemmenabgüsse aus Tiegeln giessen, weil der hohe Preis derselben es eher gestattet, eine an sich kostspielige Schmelzerei anzuwenden.

Wie schon gesagt, findet man den Tiegelguss in Eisen fast nur noch für die Herstellung des schmiedbaren Gusses *(malleable castings, fonte malléable)* in Thätigkeit und Betrieb. Dieser Industriezweig muss sich seiner bedienen, weil es zu seinem Erfolge nöthig ist, eine bestimmte Eisenqualität zu behalten; eine solche muss vor dem Schmelzen gattirt und möglichst unverändert in flüssigen Zustand übergeführt werden. Ein besonders gesteigerter Flüssigkeitsgrad ist dabei weniger nothwendig, als obige Rücksicht, so dass auch der Aufwand an Heizmaterial geringer ist, und die ökonomischen Resultate günstiger ausfallen.

Die Geräthe sind auf Taf. I. Fig. 1—3 dargestellt und bestehen aus mehreren Tiegelzangen von der Gestalt (1) Einsatzzangen, Gabeln (2) sowie einfachen Krätzern (3), um die Schlacken abzuziehen. Dazu gesellen sich noch etliche Brechstangen und Spiesse, Kohlenschaufeln u. a. mehr.

§. 10. Was die ökonomischen Resultate des Tiegelofens anbetrifft, so sind dieselben sehr verschieden und lassen sich nur schwer auf bestimmte Grundsätze zurückführen.

Wenn man, was am Rationellsten ist, davon ausgeht, die feuerberührte Tiegeloberfläche in Beziehung zu bringen zu dem Theile der Wandoberfläche des Tiegelofenschachtes, der zwischen einer horizontalen Ebene in der Höhe des Tiegelbodens und einer anderen in der Höhe des Tiegelrandes eingeschlossen ist, so hat man ein in der Praxis allerdings sehr variables Verhältniss, das aber einen Fingerzeig für die Kritik und schliesslich auch für die Construktion eines Tiegelofens geben kann. Dieses Verhältniss hat einen noch bedenklicheren Ausdruck, wenn man die Verluste in Rechnung

zieht, die für die Aussenwände des Ofenschachtes während des ganzen Schmelzens fortdauern, während sie für den Tiegel selbst sehr bald sich vermindern, in dem Maasse nämlich, als das Roheisen sich dem Schmelzpunkte nähert.

Diese seitlichen Verluste aber sind gering im Verhältnisse zu den Verlusten, welche durch das ungehinderte Entweichen der Verbrennungsprodukte stattfinden; die eben genannte Wirkung des ungünstigen Ofenbaues wird um so grösser, je geringer die Spannung im Ofen selber ist, je besser also die Esse zieht. Hat man Gebläsetiegelöfen und Tiegelöfen mit freiem Zuge nebeneinander und vergleicht ihre Resultate, so findet man die günstigeren bei den erstgenannten Apparaten, wo die im Ofenschacht erzeugte Spannung wesentlich dazu beiträgt, die Leitungsverluste nach der Esse zu vermindern und gleichzeitig die Verbrennungsintensität zu steigern.

Augenfälliger noch wird das Unökonomische des Tiegelofenbetriebes, wenn man die aus den Einsätzen berechneten zur Schmelzung und Ueberhitzung theoretisch erforderlichen Wärmemengen mit denen vergleicht, welche der wirklich verbrennende Brennstoff entwickelt hat.

So wenig sich auch bei solchen calorischen Berechnungen technischer Apparate alle Nebenumstände in Anschlag bringen lassen, welche nothwendige d. h. in der Construktion begründete Wärmeverluste verursachen, so haben die absoluten Zahlen, die man erhält, einen kritischen Werth, indem sie zeigen, welcher von zwei Apparaten, die demselben Zwecke dienen, den Vorzug verdient.

§. 11. Bei der Berechnung der Wärmemenge, welche zur Schmelzung des Roheisens dient, kommt es vor Allem darauf an, sich über eine bestimmte Temperatur zu einigen, die man im geschmolzenen Guss supponiren will. Mit Messungen ist hierbei nichts auszurichten, und man muss sich deshalb mit Schätzungen beruhigen. Ohne behaupten zu wollen, dass hierbei das Rechte getroffen werde, habe ich bei dieser wie

bei allen einschlägigen Rechnungen das Minimum der Giesstemperatur auf 1500° Celsius angenommen, und überlasse es natürlich Jedem, dafür einen anderen Werth z. B. 1800° oder gar 2000° anzunehmen, obwohl die zuletzt angegebene Temperatur höchstens in scharfgehenden Sefstroem'schen Oefen und bei einer durchaus zweckwidrigen Brennstoffverschwendung vorkommen kann.

Wenn Q das Quantum flüssig herzustellenden Roheisens (event. 1 Pfd.),
t den Ausdruck der Schmelztemperatur in Centigraden,
w den Coefficienten der specifischen Wärme für Roheisen in jener Temperatur darstellt,

so ist die zum Schmelzen erforderliche Wärmemenge
W = wQt Einheiten (Calorien).

Der Coefficient w wird von Weisbach auf 0,1298,
von Schinz auf 0,134487
für eine Temperatur von 1175° (den Weisbach'schen Schmelzpunkt) angegeben. Die Temperatur der Giessöfen übersteigt indessen diesen Hitzegrad, und wir sind gezwungen, den Ausdruck t = 1500° zu wählen.

Für t = 1500° hat Schinz w = 0,146484 berechnet, und man erhält danach
W = 0,146484 . 1500 . 1 = 220 Wärmeeinheiten pro 1 Pfd. Eisen — für 1 Centner also 22,000 Calorien.

Die in einem Tiegelofen mit gewöhnlichem Zug verbrennenden Cokes verwandeln sich vorherrschend in Kohlenoxyd, da höchstens am Schlusse des Schmelzens, wenn die Kohlen niedersinken, die am Rost gebildete Kohlensäure unreducirt nach dem Fuchse gelangt. Der Kohlenstoff entbindet bei seiner Verwandlung in Kohlenoxyd bekanntlich 2400 Wärmeeinheiten pro Pfund und 1 Pfd. Cokes von etwa 80 Prc. Kohlenstoffgehalt würden hiernach nur 1900 Wärmeeinheiten entwickeln.

Vergleicht man diesen Werth und den pro 100 Pfd.

Roheisen berechneten Wärmeaufwand, so ergeben sich für den Tiegelguss als nothwendig

$$\frac{22000}{1920} \text{ Pfd. Cokes pro 100 Pfd. Roheisen d. h.}$$

11,4 Pfd. Cokes von 80 Prc. Kohlengehalt.

Für Holzkohlen stellen sich die Verhältnisse anders, da man die trockne Holzkohle als fast reinen Kohlenstoff ansehen kann. Das theoretisch nothwendige Quantum würde hiernach betragen

$$\frac{22000}{2400} \text{ Pfd. Holzkohlen pro 100 Pfd. Roheisen d. h.}$$

9,2 Pfd. Holzkohlen.

§. 12. Der wirkliche Brennstoffconsum eines Tiegelofens ist indessen viel bedeutender als das ebengefundene Resultat.

Karsten*), zu dessen Zeit der Tiegelguss noch verbreiteter war als jetzt, giebt für 100 Pfd. Roheisen einen Verbrauch von 80—100 Pfd. Kubikfuss Holzkohlen oder von 10—15 Kubikfuss Cokes an.

Nimmt man seine eigenen Gewichtsangaben für Brennstoffe als Grundlage, so wiegt

1 Kubikfuss { Holzkohlen circa 11 Pfd.;
Sintercokes circa 30 Pfd.

Der Verbrauch variirt hiernach pro 100 Pfd. Roheisen von 880—1100 Pfd. Holzkohlen oder
von 300 — 450 Pfd. Sintercokes.

Der enorme Mehrverbrauch gegen die theoretische Annahme wird begründet:

a) durch die Leitungsverluste nach der Esse hin,
b) durch das Missverhältniss der Tiegeloberfläche und der zu heizenden Ofeninnenfläche.

Man kann verbessernd einwirken

ad a) durch Verengung des Fuchses und Anwendung von Unterwind;
ad b) durch Anwendung möglichst grosser Tiegel oder Einstellen mehrerer Tiegel in einen Ofenschacht.

*) A. a. O. S. 303. §. 721.

Wie weit man es durch Vergrösserung der Einsätze und durch continuirlichen Betrieb bringen kann, beweisen die Ziffern von Guettier*), welcher einen Verbrauch von 80—200 Pfd. Cokes pro 100 Pfd. Eisen als Grenzwerthe der Leistungen angiebt, dabei aber bemerkt, dass der Verbrauch nie unter 80 Pfd. herabsänke.

Man sieht hieraus, dass selbst im günstigsten Falle nur 11,4 Pfd. von 80 Pfd. Brennstoff, also 14,25 Prc. benutzt werden, der Rest aber, also 85,75 Prc., für die Schmelzung selbst verloren geht.

Was die Wahl des Brennstoffes anlangt, so ist aus Karsten's Angaben ersichtlich, dass Holzkohlen ihres grösseren Volumens wegen schlechter heizen als Cokes, so dass es der Anwendung des gepressten Windes bedurfte, um den Effekt zu steigern.

Bei der Betrachtung des Schlachtofenbetriebes wird sich Veranlassung bieten, auf das Verhältniss der Zutrittsgeschwindigkeit der Luft zu der Oberflächensumme aller Brennstoffstücke einer Zone des Ofens einzugehen, das die verschiedene Wirkung von verschieden schweren Brennstoffen erklärt.

§. 13. Der Abbrand am Schmelzmaterial ist ein sehr geringer, sobald der Tiegel bedeckt ist oder eine Schlacken- resp. Kohlendecke auf dem Metallbad sich befindet.

Trotzdem stellt sich in der Praxis der Verlust an Roheisen bedeutend höher als der wirkliche Abbrand angenommen werden kann, und das aus verschiedenen technischen und zufälligen Ursachen.

Zunächst ist ein mechanischer Verlust zu constatiren, welcher beim Giessen durch Verschütten, Verspritzen u. s. w. stattfindet, und ein um so ungünstigeres Verhältniss annimmt, als die Tiegel klein sind.

Ausserdem entsteht durch die Bildung von Schalen im Innern der Tiegel ein Eisenverbrauch, der sich

*) A. a. O. S. 213. Nr. 420.

nicht wieder einbringen lässt, wenigstens nur bei anderen Oefen verwerthbar ist.

Wägt man aber die sorgfältig gesammelten Abfälle mit der Gusswaare, so ergiebt sich fast kein Verlust, wogegen, wenn man nur die Gusswaaren und die gut verwerthbaren Abfälle ermittelt, der Eisenverlust auf über 20 Prc. des Einsatzes sich belaufen kann.

Interessant für den Verlauf des Tiegelgusses sind die von Crossley gelegentlich einer Arbeit über die Carbide des Roheisens*) gemachten Versuche, ein Roheisen öfters umzuschmelzen und die Veränderung des Kohlegehaltes nachzuweisen. Ein Roheisen wurde drei Mal nach einander umgeschmolzen, und zeigte nach dem ersten Umschmelzen die Charaktere von Nr. 3 des Handels d. h. war mit Graphit bedeckt; nach dem zweiten Schmelzen war es heller geworden und entsprach der Nr. 4; nach dem dritten Schmelzen zeigte sich bereits leicht halbirte Textur und die Qualität war gleich der von Nr. 5.

Der Kohlenstoffgehalt betrug im angewandten Roheisen 3,93 Prc.,
nach dem ersten Umschmelzen 3,86 Prc.,
nach dem zweiten Umschmelzen 3,90 Prc.,
nach dem dritten Umschmelzen 3,95 Prc.

Aus der ausserordentlich geringen Veränderung im Kohlenstoffgehalt lässt sich die Geringfügigkeit des etwa verschlackten Eisenabbrandes schliessen, da sich sonst die Verhältnisse um mehr als um 4—5/100 Procent alterirt haben würden.

Möglicherweise reducirt sich der vorausgesetzte Eisenverlust noch mehr, da das Roheisen auch noch andere Bestandtheile verloren haben kann.

bb) Betrieb der Schachtöfen.

§. 14. Der Betrieb der Schachtöfen umfasst vorzugsweise die Wahl und mechanische Vorbereitung des Brennmaterials sowie des Me-

*) Mining and smelting Magazine. IV. S. 157.

falls, die Führung des erforderlichen Gebläses und die Leitung der Abstiche. Die Arbeiten, welche Bau und Reparatur der Oefen betreffen, und welche periodisch vorkommen, sind bereits gelegentlich der Beschreibung aller Schachtofenarten besprochen und im ersten Bande an verschiedenen Stellen erwähnt worden.

Obwohl nun eine grosse Mannigfaltigkeit in der Gestaltung des Ofeninnern und seiner Verhältnisse sich in der Praxis kund giebt, so ist der Betrieb selbst im Allgemeinen gleich — nur in kleinen, selten werthlosen, oft wenig beachteten aber wichtigen Kunstgriffen liegen die Abweichungen der Betriebsmethoden verborgen.

Von grösserer Wichtigkeit sind die Unterschiede in der Ofenführung, welche sich auf die Darstellung verschiedener Gusswaarenklassen beziehen — davon kann hier aber nicht die Rede sein, sondern muss bei der Beschreibung besonderer Betriebsvorkommnisse und Beispiele der Praxis behandelt werden.

Die ökonomischen Ergebnisse des Ofenbetriebes schliesslich sind eingehend zu behandeln und bilden einen namhaften Theil der folgenden Besprechung. Sie gestalten sich sehr verschieden, je nach Grösse, Gestalt, Zweck der Oefen, Umfang des Betriebes u. s. w., und es kommt hier weniger darauf an, eine grosse Auswahl wirklicher Resultate von oft zweifelhaftem Werth zu geben, als eine möglichst vollständige Analyse einer oder einiger Betriebsführungen.

Die Betrachtung der einflussreichen Faktoren eines technischen Vorganges, gewonnen durch eine solche Analyse, ist gerade für die Praktiker (unter denen vorzugsweise die Leser dieses Buches gedacht werden) von grösserer Wichtigkeit, als die Mittheilung von Zahlen und fremden Betriebsresultaten, welche doch nicht geeignet sind, sich auf eigene Verhältnisse anwenden oder beziehen zu lassen.

Die Betriebsresultate sollen übrigens, in ähnlicher Weise, wie es bei den Tiegelöfen geschehen ist, mit den theoretischen Anforderungen verglichen werden,

ohne der später folgenden allgemeinen Betrachtung über Verbrennungs- und Schmelzprozess im Geringsten vorzugreifen.

§. 15. Was bereits früher in diesem Werke über die Auswahl des zum Cupolofenbetrieb geeigneten Roheisens gesagt worden ist, bedarf nur geringer Ergänzung an dieser Stelle.

Seit es gelungen ist, auch Hartguss im Cupolofen umzuschmelzen und direkt aus demselben zu giessen, kann man behaupten, dass alle Eisensorten, die sich zur Giesserei überhaupt eignen, dem Cupolofenbetrieb ohne weiteres Bedenken überliefert werden können, um so mehr, als der Schachtofenbetrieb sich den unvermeidlichen Unterschieden des gegebenen Materials anpassen lässt.

Am besten verhalten sich im Cupolofen die silicium- und phosphorarmen Roheisensorten von mittlerem Kohlenstoffgehalt und ungehinderter gleichmässiger Graphitausscheidung — weil sie nicht so stark überhitzt zu werden brauchen und deshalb nicht so sehr der Verunreinigung durch den Aschengehalt der Cokes ausgesetzt sind.

Da diese Roheisensorten aber ziemlich selten auftreten, also für die Mehrzahl der Eisengiessereien werthlos, weil nicht zugänglich, bleiben, greift man zu unreineren aber recht graphithaltigen Sorten und sucht sie durch passende Behandlung in guten Guss zu verwandeln. Es gelingt dieses, sobald man nur auf möglichste Weichheit des Roheisens achtet; harte Roheisensorten, welche sich durch bedeutende Festigkeit auszeichnen können, verlieren diese leicht im Cupolofen und nehmen an Härte zu, indem sie halbirt und grell werden. Das sind Marken, welche nur im Zusatz mit weichen grobkörnigen Sorten oder für sich in scharf gehenden Oefen mit grösserem Brennstoffconsum geschmolzen werden können; trotzdem ist das Resultat niemals besonders und das Produkt nicht zu allen Güssen anwendbar.

Weisses und halbirtes Eisen vertragen die Schmelzung im Cupolofen am schlechtesten; die Gra-

phitausscheidung im letzteren wird leicht unregelmässig, und man muss, um eine reine Durchschmelzung zu erzielen, gute und schwere Brennstoffe und schwach gepressten aber reichlichen Wind von niedriger Temperatur anwenden.

Bei der Behandlung einiger Beispiele von Cupolofenbetrieb, sowie auch bei der Beschreibung einzelner Giessereibranchen überhaupt — werden sich genugsam Gelegenheiten zur weiteren Ausführung des Gesagten darbieten. Es wird sich empfehlen, die betreffenden Kapitel nachzuschlagen und möglichst specielle Fälle zu wählen, sich darüber zu unterrichten.

§. 16. Die Inbetriebsetzung der Cupolöfen geschieht in folgender Weise. Nachdem der Ofen lufttrocken geworden ist, wird, um den Herd selbst möglichst warm zu bekommen, die Thür des Eisenkastens nicht gleich vorgeschoben, sondern mit festen grossen Cokesstücken möglichst dicht zugesetzt.

Hinter diesen lebendigen Rost wird Feuer geschüttet und mit kleineren aber rein gehaltenen Cokes, am besten den aus dem Ofen gekratzten groben Cinders des Vorabends bedeckt und demnächst bis zu einer gewissen durch Erfahrung bestimmten Höhe der Ofenschacht mit Cokes angefüllt. Ist der Schacht oder der ganze Ofen vollständig neu erbaut, so muss dem Füllen mit Cokes ein längeres 12—15 Stunden dauerndes Anwärmen mit leichtem Flammenfeuer vorhergehen und dann schliesslich zum Füllen mit Holzkohlen oder Torf und Kleinholz geschritten werden, denen Cokes beigemengt sein können. Erst dann kann zum wirklichen Füllen mit reinen Cokes übergegangen werden, was natürlich bei schon gebrauchten und blos reparirten Oefen sofort eintritt.

Dieses Füllen des Ofens bildet einen constanten Verbrauchswerth jeder Campagne oder Schicht, wobei die Menge des nachher durchgeschmolzenen Roheisens vollkommen gleichgiltig ist. Während demnach die Kosten des Füllens bei einem grösseren Ofen absolut grösser, bei einem kleineren absolut kleiner sind, repartiren sie sich ausserdem auf eine grössere Produk-

tion günstiger als auf eine kleinere, ohne darum aufzuhören, einen unangenehmen Punkt des Haushaltes zu bilden.

Es erscheint daher ganz natürlich, dass viele Giessereiverwaltungen darauf hin gearbeitet haben, diesen Verbrauchsposten möglichst zu verkleinern, und in der That lassen sich die gerühmten Ersparnisse einzelner neueren Ofenarten lediglich auf die Verminderung des Füllquantums zurückführen. Was bezweckt in der That das Füllen? und wie weit vermag man in der Einschränkung desselben ohne Schaden für den Ofenbetrieb zu gehen? Das Füllen soll den Ofen so weit erhitzen, dass die erste heruntergehende Eisengicht bequem schmelzen kann, namentlich aber einen heissen Herd findet, um flüssig bleiben zu können.

In früherer Zeit füllte man, wie beim Hochofen, bis an die Gicht, und begann erst dann mit dem Blasen, wenn die ganze Säule in vollem Brande stand. Erst, nachdem eine Zeit lang geblasen worden war, setzte man die ersten, sehr knappen Eisengichten, und trotz all dieser Vorsichtsmaassregeln war das zuerst abgestochene Eisen stets matt und untauglich. Dieses Resultat lässt sich weit einfacher und billiger erreichen, indem man nur bis über die Formen füllt und ohne Wind den Ofen bei offener Thür stehen lässt, bis er ordentlich in das Glühen gelangt ist. Dadurch entsteht weit weniger leicht Oberhitze, und man hat die unteren Ofenzonen in besserem Stande, wenn das erste Eisen niedergeht und den Boden trifft.

§. 17. Besonders nothwendig ist das ausreichende Erwärmen des Bodens der Cupolöfen bei den Profilen, die in der Mitte oder dicht unterhalb derselben in der Zone grösster Hitze eine Einschnürung besitzen, also bei der Formenreihe, welcher der mährische Cupolofen, die Cupolöfen von Ireland, Hinton und Mackenzie, in gewissem Maasse auch der Cupolofen von Krigar und Eichhorn angehören.

Bei diesen Oefen kommt es darauf an, die Hitze anfänglich unter der Einschnürung zusammenzuhalten; man bewirkt dieses bei dem mährischen

Cupolofen durch Einlegen einer accessorischen Düse in die Stichöffnung der Vorsatzthür, während alle Oefen mit zwei Reihen Windzulässen unter Ausschluss der oberen Reihe sofort mit schwacher Pressung angeblasen oder auch ohne Wind besetzt werden können. Da bei dem Krigar'schen Ofen die Windzuführungen nach unten zu d. h. nach dem Boden des Ofens gerichtet sind, hat die Aufgabe hier durchaus keine Schwierigkeit, und in dieser Beziehung bietet der letzterwähnte Schmelzapparat die grössten Garantien für die Ersparnisse an Brennstoffen.

Bei kleinen Giessereien hat man, hauptsächlich um dem Aufwand im Füllmaterial zu steuern, die Oefen möglichst verengt und hoch gemacht. Dadurch wurden zerlegbare Oefen, wie die von W. Wedding (s. Bd. I. S. 362) und der Spandauer Geschützgiesserei nothwendig (ibid. S. 363).

Das Anwärmen der Cupolöfen, so vorsichtig es auch geschieht, entbindet nicht von einer besonderen Verwendung der ersten Portionen flüssigen Roheisens, deren Beschaffenheit stets eine mehr oder minder schlechte ist. Es empfiehlt sich deshalb im Allgemeinen, für den Beginn der Campagne eines Schachtofens ein leichtflüssiges Eisen anzuwenden und zum Vergiessen desselben Formen von Gegenständen bereit zu halten, deren Zweck es gestattet, ein mattes Eisen zu ihrer Herstellung zu nehmen. Dadurch macht man auch die ersten Stadien des Betriebes nutzbar und vertheilt die Umschmelzkosten des Roheisens auf eine grössere Centnerzahl, wenn auch der Zuwachs aus Massen von geringerem Werthe besteht.

Guettier füllt die Oefen gewöhnlich bis an die Gicht und brennt an, indem er den Stich auflässt; nachdem die Säule heruntergebrannt ist, giebt er von neuem Cokes auf, deckt die Gicht mit einer Eisenplatte und bläst, worauf das Feuer und die Flammen ihren Ausweg durch den Stich nehmen und auf diese Art der Boden des Ofens gründlich erhitzt wird. Trotzdem giebt der Verfasser zu, dass die Füllung und Vorwärmung des Ofens eine kostspielige Sache sei und den Betrieb stark belaste.

§. 18. Das Aufgeben der Beschickung muss in passender Form und in abgemessenen Quantitäten geschehen, wie bei jedem Schachtofen sich eigentlich von selbst versteht.

Ganz besonders ist es aber beim Schmelzen des Gusseisens nothwendig, sorgsam zu verfahren, weil es hierbei auf Erreichung einer hohen Temperatur in vollster Gleichmässigkeit, dann aber auf möglichste Sparsamkeit im Brennstoffverbrauch ankommt. Es ist im Grunde Nichts einleuchtender und gleichzeitig einfacher zu bewirken, aber man ist sich dennoch bewusst, nicht das Maximum der theoretisch geforderten Leistung zu erreichen, und deshalb liegen die Bestrebungen, technisch Vollendetes zu liefern einerseits, wie dabei ein Minimum an Aufwand einzuhalten andererseits, noch immer im Streite.

Sorgfalt im Betriebe der Oefen fördert aber hierbei am meisten, und dazu gehört in erster Linie die Form des dem Ofenbetrieb gebotenen Schmelz- und Brennmaterials.

Das Roheisen muss in gleichgrossen Stücken von möglichst gleichem Habitus aufgegeben werden; ihr grösster Durchmesser darf den dritten Theil des Ofendurchmessers nicht übersteigen, besser ist es aber, nur den vierten Theil desselben als Maximum der Ausdehnung aller Eisenstücke festzuhalten. Hierbei ist nur mit schwachem Brucheisen eine Ausnahme zu machen, obwohl langgestreckte und dünne Trümmer von Ausschuss und Altgusseisen sich leicht im Ofen sperren und ein ungleiches Niedergehen veranlassen.

Von den Formen des Handels sind am bequemsten die der schottischen und englischen *pigs*, während die deutschen Flachstäbe und Platten immer der Länge nach nochmals zerschlagen werden müssen. Bei jenen schlägt man nur ein Mal quer durch und erhält kurze Kolben von dem Verhältniss des Durchmessers zur Länge = 1:2, die sich bequem aufstapeln lassen.

Wenn die Cupolöfen den ganzen Tag gehen, kommt es vor, dass auf das Roheisenschlagen nicht die gehörige Sorgfalt verwandt wird; der zu dem

Behufe besonders angestellte Roheisenschläger oder der übercomplette Aufgeber, der das Geschäft abwechselnd mit seinen Collegen versieht, muss dann ganz besonders controlirt werden. Die Errichtung von Fallmaschinen nach Art der Rohschienenfallwerke würde auch hier Nutzen stiften; bereits im ersten Bande ist die Sache angeregt worden (S. 652).

Das Brennmaterial muss ebenfalls in gleichgrossen Stücken, deren Umfang sich auch nach dem absoluten Durchmesser des Ofens richtet, aufgegeben werden.

Hierbei fällt indessen eine Infraktion dieser Regel nicht so schwer in das Gewicht, wie bei dem Roheisen; es empfiehlt sich alsdann, wenigstens die zu kleinen Stücke fortzubringen und namentlich den Gruss nicht mit aufzugeben. Jene verbrennen zu rasch und lassen Zwischenräume in der Schmelzsäule entstehen, die zu Rücken und Kippen der Gichten Veranlassung geben; die Cokeslösche aber ist unverbrennlich und macht die Arbeit hier wie im Eisenhochofen zu einer schmierigen und sehr gehinderten.

§. 19. Die Quantitäten der Aufgabe, also das Maass der einzelnen Gichten wird in anderer Weise beim Eisen als bei dem Brennstoff festgestellt. Das Roheisen wird stets, auch in den einzelnen Gichten, gewogen, während man sich für den Brennstoff des Messens bedient. Soviel auch im Princip gegen die Anwendung von Raummaassen in der Technik einzuwenden ist, so giebt es doch praktische Gründe, die, verbunden mit der langjährigen, schwer zu entwurzelnden Gewohnheit, das Messen, allerdings in Verbindung mit Wägung grösserer Massen, beizubehalten empfehlen.

Will man das Wägen bei den Brennstoffen durchführen, so ist erforderlich, was auch Guettier (a. a. O. S. 181) ausdrücklich angiebt, dass sie geschützt und unter Dach aufbewahrt werden, damit sich ihr specifisches Gewicht nicht ändere.

Für die Haushaltungsberechnung ist jedenfalls erforderlich, die ausgemessenen Quantitäten verbrauchter Cokes nach den in den Oekonomieplänen des Werkes

geltenden Verhältnissen in Gewichtsquantitäten umzurechnen. Beim Ankauf der Cokes kann man, noch bequemer, sich einer Brückenwage bedienen und die einzelnen Anfuhren abwägen. Hat man ein hinreichend grosses Cokesmagazin, und theilt man dasselbe in Compartimente, deren Inhalte getrennt verarbeitet werden, so ist es leicht, nach der Entleerung eines solchen die Raumgichten, deren Anzahl durch die Ofennotizen bekannt ist, auch dem Gewicht nach für kürzere Betriebsperioden zu berechnen.

In welcher Weise die Formen der Buchführung dabei mit einwirken, soll später gezeigt werden; den mechanischen Vorzug verdient unbedingt das Messen, weil es rascher geschieht, während in technisch-ökonomischer Beziehung das Wägen rationeller erscheint. Durch Wägen ganzer Ladungen und Ausmessen der Gichten kann man aber Beides in verständiger Weise combiniren. Natürlich müssen die Messgefässe sorgsam geaicht und stets in gleicher Weise gefüllt sein, was durch Form und Construktion erleichtert werden kann.*)

Die zur Verschlackung des am Roheisen anhängenden Sandes von Zeit zu Zeit aufzugebenden Kalksteingichten werden nicht gewogen, sondern gewissermaassen nach Gutdünken aufgeschüttet. Es richtet sich der Zusatz sehr häufig nach dem Gang und Ofen und nach der bei dem Betriebe obwaltenden Sauberkeit und Regelmässigkeit. Unreine und ungleiche

*) Karsten sagt (a. a. O. S. 329) ausdrücklich:

„Bei den Aufgebegefässen muss dem Arbeiter keine „Willkür bleiben, sie mehr oder weniger gehäuft zu „nehmen, weil dadurch bei kleinen Gichten eine bedeu„tende Differenz im Verbrauch entstehen würde; die Ge„fässe zu den Kohlengichten müssen so eingerichtet sein, „dass sie, ganz glatt gestrichen, gerade das rechte Maass „haben, insofern die Kohlen nicht ebenfalls dem Gewichte „nach eingetragen werden.“

Da sich die grösseren Gichten der Einfachheit wegen ebenfalls mit denselben Gefässen ausmessen, wie die kleineren, so ist die obige Anmerkung eine absolut giltige.

Beschickungen, Abfälle und Kleinbruch erfordern mehr Zuschläge, als Roheisen von Gänzen und Barren.

§. 20. Beim Beginn des Aufgebens wird durch Zuführung eines anfangs langsamen, allmälig gesteigerten und schliesslich zu vollster Lebhaftigkeit übergehenden Windstromes die Temperatur zur richtigen Höhe gebracht, und in ähnlicher Weise auch der Gichtensatz vergrössert.

In welcher Weise diese Steigerung des Satzes auszuführen ist, darüber herrschen noch verschiedene Ansichten. Auf manchen Werken schaltet man zu Anfang mehrere Male blinde oder leere Gichten in die Reihenfolge ein, um mit dem Eisensatze nicht zu sehr herabgehen zu müssen und jedes Durchrollen zu verhüten. An anderen Orten verfährt man in althergebrachter Weise, indem man mit sehr kleinen Quantitäten Eisen beginnt, und diese auf die herkömmliche landesübliche Kohlengicht setzt, ohne letztere periodisch zu verstärken.

Beide Methoden sind im Princip gleich, die verschiedene Form der Ausführung muss nur auf die Ofendimensionen zurückgeführt werden und auf die Gestaltung des Schachtprofils.

In der That sind diese construktiven Einflüsse wohl zu beachten: zunächst muss man festhalten, dass die Kohlengicht, wenn man den Betrieb eines kleinen Cupolofens von zwei Fuss Durchmesser als Ausgangspunkt und den preussischen Scheffel = $^1/_4$ Gewichtstonne als Grundmaass der Kohlengicht annimmt, keine dünnere Schicht im Ofen darstellt, der letztere sei noch so weit. Das absolute Maass der Kohlengicht muss hiernach zunehmen, wie das Quadrat des Schachthalbmessers, wenn die Höhe der Kohlengicht in allen Oefen die gleiche sein soll.

Am bequemsten stellt sich die zunehmende Gicht in Multiplen jenes Scheffels dar, wobei, da das Vielfache dieses Maasses und die berechnete Gicht nicht stets stimmen werden, eher der nächst höhere Coefficient des Grundmaasses als der niedrigere zu nehmen ist.

Durch diese Beziehung zum Ofendurchmesser stellt sich die Kohlengicht überhaupt als etwas Constantes dar, und der Metallsatz als das variable; jedenfalls muss aber zunächst für einen Ofen von bestimmter Weite das kleinste Maass der anzuwendenden Kohlengicht ermittelt werden. Nach ihrer Grösse richtet sich die Schwere der ersten Eisengicht, welche für grosse Oefen und entsprechende Kohlengichten mithin bedeutender sein kann als für kleine.

Obwohl die Constanz der Kohlengicht h ö h e den mechanischen Bedingungen des Nichtdurchrollens im Allgemeinen entspricht, so hat man doch in der Praxis des Ofenbetriebes gefunden, dass namentlich bei nicht ganz gleichförmigen und gleichartigen Cokes leicht Hohlräume ausbrennen, die zu plötzlichem Rutschen und Sinken Veranlassung geben und die Continuität einer Gicht empfindlich stören können. Man ist deshalb bei grossen Oefen oder solchen mit energischem Betriebe dahin gelangt, die Kohlengicht nicht mehr im quadratischen Verhältnisse des Ofenradius zu berechnen, sondern darüber hinaus zu gehen und sich dem kubischen Verhältnisse zu nähern, ohne es zu erreichen.

Der Ireland'sche Cupolofen bietet ein Beispiel dieser Betriebsführung, und liefert ausgezeichnete Resultate.

§. 21. Indem man pro Scheffel Cokes mit 1 oder $1\frac{1}{2}$ Ctr. Roheisen zu schmelzen b e g i n n t, wählt man von den des Tages über benöthigten Sorten diejenigen aus, die bei der niedrigsten Temperatur schmelzen oder keine Ueberhitzung verlangen. Wenn z. B. grosse Stücke zum eigenen Bedarf anzufertigen sind, so giesst man diese vortheilhaft aus dem ersten Eisen der Campagne.

Die W i n d f ü h r u n g des Ofens geschieht anfänglich sehr vorsichtig und der Art, dass man nur schwache Windströme giebt, indem die Ventile nicht vollständig geöffnet sein dürfen. Besser wird es sein, wenn mit recht weiten Düsen angefangen und mit engeren fortgeblasen werden könnte.

Eine E r w ä r m u n g d e s W i n d e s findet selten

statt und ist nur bei sehr reinem Brennstoff und gutem Eisen ohne Nachtheil zulässig; selbst in solchem Falle erreicht die Wärme des Windes nie die Höhe, welche man beim Hochofenbetrieb anzuwenden pflegt.

Die Ersparnisse an Brennstoff, welche durch die Erwärmung der Gebläseluft bei den Cupolöfen hervorgebracht wird, ist deshalb keine sehr grosse und kann durch zweckmässige Schachtprofilirung weit besser hervorgebracht werden*).

Wenn das erste Eisen vor die Formen tritt, kann man die Gicht verstärken, und geschieht dies anfänglich um $^1/_2$ Centner, später um 1 Centner, selbst mehr, so lange bis das Maximum erreicht ist. Es frägt sich nun, wie erkennt man diesen Punkt in empirischer aber sicherer Weise? Darauf lässt sich erwidern: an der Beschaffenheit des Eisens, welches aus dem Ofen fliesst und welches, obwohl etwas gleichmässiger und feiner im Korn, doch nicht grauer oder weisser sein darf, als das aufgegebene Material — vorausgesetzt natürlich, dass der Umschmelzprozess nicht zugleich auch ein Umwandlungsprozess sein soll. Eine solche Direktion des Schmelzens ändert die Physiognomie des Betriebes natürlich vollkommen und die Steigerung des Satzes hat ihre Endschaft erreicht, sobald die beabsichtigte Qualitätsänderung wahrnehmbar ist.

Aprioristische Behauptungen helfen überhaupt bei der ganzen Angelegenheit durchaus nichts und veranlassen oft jahrelang nachtheilig wirkende Irrthümer — wie denn z. B. dem Verfasser ein altberühmtes Giesswerk vorschwebt, wo der Eisensatz pro Gicht stets 3 Ctr. betrug, bis ein Personen- und Systemwechsel denselben plötzlich bis 5, selbst 8 Ctr. steigerte, ohne die Kohlengicht zu ändern und Ausfälle im Betriebe hervorzurufen.

§. 22. Wie man den Satz vom Anblasen an allmälig steigert, lässt man ihn gegen das Ende des

*) Vgl. §. 27, wo die ersten Resultate der Anwendung von erhitztem Winde nach Karsten mitgetheilt werden.

Schmelzens auch nicht plötzlich aufhören, sondern verringert die Quantität nach und nach, wobei man wohl thut, auch die letzten Portionen von dem Roheisen besonders zu verwerthen.

Guettier empfiehlt die Hitze am Schlusse des Giessens noch anzuwenden, um die Brucheisen- und Eingussmassen des Tages durchzusetzen, weil diese Stücke eine bedeutende Oberfläche im Verhältnisse zur Masse besitzen, und deswegen rasch und gut einschmelzen. Indessen ist es aus verschiedenen Gründen zweckmässig, diese Abfälle, wofern sie nicht rothwarm wieder auf den Cupolofen kommen, bis zur nächsten Schicht aufzubewahren und sie dann, sorgfältig gewogen, dem Ofenbetriebe wieder zukommen zu lassen.

Beim Niedergehen hört man mit dem Blasen auf, sobald die letzten Massen das Formniveau passirt haben und beeilt sich alsdann, nachdem der Stich geöffnet und alles flüssige Eisen abgelassen worden ist, die Vorsetzthür zu entfernen, um den Ofen überhaupt leer zu machen.

Der Inhalt besteht vorzugsweise aus den nichtverbrannten Cokes der zuletzt aufgeschütteten leeren Gicht; sie werden mittelst eines langgestielten Hakens entfernt und rasch abgelöscht, um den folgenden Tag zum Füllen gebraucht zu werden.

Es empfiehlt sich vielleicht, den Cupolofen wie den Hochofen mit einer Kalksteingicht niederzublasen, und alle sich etwa noch zeigenden Unreinigkeiten zu verschlacken. Der Vortheil ist indess nicht so bedeutend als beim Hohofen, und dieser Umstand mag zu der Einführung des an sich zweckmässigen Verfahrens noch keine Veranlassung gegeben haben.

Was die Reihenfolge der Gichten anbetrifft, so gilt von den Pausen derselben das Nämliche, was beim Hochofen Regel ist; sowie die Schmelzsäule so weit gesunken ist, dass eine neue Gicht Platz im Ofen hat, muss die letztere aufgegeben werden. Die bezügliche Controle ist indessen nur da möglich, wo die Gicht durch eine Aufgebebühne überschaut werden

kann; auch dieser Umstand trägt neben der bequemeren Aufgabe dazu bei, die Nothwendigkeit der Bühnen einleuchten zu lassen.

Die Zeitpause von einer Gicht zur nächsten selbst ist sehr verschieden, erstens bei den einzelnen Ofensorten, von denen einige einen rascheren, andere einen langsameren Wechsel haben, dann bei einem und demselben Ofen in den verschiedenen Phasen des Betriebes. Anfangs sinken die Gichten langsamer, und erst wenn der Ofen in voller Gluth steht, rücken sie rasch herunter.

§. 23. In welcher Weise die Gicht zusammengesetzt und verschmolzen wird, ist eine sehr interessante Frage dieses Kapitels und richtet sich theils nach gegebenen Umständen, den vorhandenen Materialien, theils nach verlangten Leistungen, den zu erzielenden Produkten. Abgesehen von dem schon erwähnten Kunstgriffe, für den Anfang und das Ende des Schmelzens eine etwas andere Zusammensetzung der Beschickung zu wählen, als für den regelmässigen Gang desselben — ist man durch verschiedene Umstände genöthigt, die einzelnen Gichten selbst aus verschiedenen Eisensorten zusammenzustellen.

Man hat bekanntlich nicht allein Roheisen in Gänzen zu verarbeiten, es gelangen ausserdem noch diverse Abfälle zum Betriebe, die entweder angekauft sein, oder von dem eigenen Werke herrühren können.

Diese Abfälle bestehen theils in angekauftem gröberen Brucheisen, alten Maschinentheilen, alter Munition und kleinerem Bruch oder Schrott, theils sind es Ausschussstücke und Eingüsse des Giessereibetriebes selbst; schliesslich können sie auch aus halbfertig verunglückten Emailprodukten aller Art, sowie aus Bohrspänen bestehen.

Das gröbere Brucheisen, alte Maschinenstücke oder Munition werden in solcher Grösse angewandt, wie das Roheisen selbst und müssen, schon ihrer oft unregelmässigen Form wegen, sorgfältig zerkleinert werden. Die Schwierigkeit, eine solche Zerkleinerung gut zu bewerkstelligen, veranlasst, dass

man allen groben Bruch dem Flammofenbetriebe zuweist und nur den kleineren, den eigentlichen Schrott für den Cupolofen reservirt.

Der Ordnung wegen setzt man das Ganz-Roheisen zuerst auf die Gicht und giebt dann das Brucheisen, gross oder klein, darauf; nur bei Bohrspänen muss man vorsichtiger verfahren, um dieselben nicht zu leicht aus dem Ofen zu jagen. Wenn man dieselben nicht in Form zusammengerosteter Brocken oder geformter Ziegel aufgeben will, was stets einen bedeutenden Schmelzverlust zur Folge hat, muss man sie direkt auf die vorhergehende Gicht stürzen, schnell mit der Kohlengicht bedecken, und dann die neue Roh- und Bruch-Eisengicht aufgeben.

Zum Verschmelzen von Bohrspänen kommt man in neuerer Zeit selten mehr, weil diese Nebenprodukte der Dreh- und Bohrhütten — eine gute Verwendung beim Rohrlegen und Dichten finden.

Das allgemeine Schema für das Aufgeben würde sein:

1) event.: [Bohrspäne].
2) Cokesgicht.
3) Ganzroheisen [eigenes oder fremdes]. [Grobes Brucheisen.]
4) Brucheisen in Schrott. Eingüsse und Bruch des eigenen Betriebes. [Emaillirausschuss.]

Den Beschluss macht nach mehreren Gichten eine gewisse Portion Kalkstein zur Beförderung des Flusses — auch Flussspath, falls er hinreichend billig kommt, kann als Zuschlag gegeben werden.

§. 24. Die Stetigkeit des Betriebes hängt wesentlich von einer gewissen Gleichmässigkeit im Aufgeben ab; man darf von derselben nie ganz abweichen, wenn man nicht Störungen befürchten will.

Veränderungen im Satz bewirkt man wesentlich auf zweierlei Weise:

erstens durch allmäliges Ersetzen eines Gichtenbestandtheiles durch einen anderen;

zweitens durch allmäliges Uebergehen von einer Stückenform zur andern.

Wenn man z. B. matteres Eisen haben will, während der Ofen sich in Hitze befindet, wird man die Portion des Ganzroheisens oder besser noch des groben Brucheisens allmälig vergrössern, den Zusatz an kleinerem Bruch aber gleich bleiben oder sich vermindern, nie aber plötzlich aufhören lassen. Umgekehrt beim Uebergange von diesem Zustande zum früheren, wird man den Roheisensatz wieder vermindern, den Satz an feinem Bruch aber steigern, bis man zum früheren Verhältniss gelangt ist.

Ebensowenig dürfen plötzliche Aenderungen eintreten, wenn man ein Ganzroheisen durch ein anderes oder ein Brucheisen durch ein anderes ersetzt. Verschiedenes Verhalten im Schmelzen und bei dem letzteren noch die verschiedene Form der Stücke macht die Vorsicht stets nothwendig, nur langsam einen Bestandtheil dem andern zu substituiren.

Der Hauptnachtheil, welcher in der Nichtbefolgung dieses Prinzips liegt, besteht darin, dass die Ofenarbeit selbst sehr unrein und schmierig wird. Die Schmelzer bewältigen dieselbe bei lebhaftem Betriebe kaum, und es entsteht leicht Unordnung in der Bewartung der Oefen. Man kann allerdings durch Steigern des Brennstoffsatzes solche augenblickliche Verlegenheiten erleichtern, stets aber auf Kosten des Betriebes, indem man die Arbeiter daran gewöhnt, sich der Ordnung zu entschlagen und zu solchen kostspieligen Hilfsmitteln zu greifen. Die Anwendung derselben spricht sich später in den Betriebsresultaten des Ofens aus.

In Betreff der Cokes ist ebenfalls Gleichmässigkeit anzurathen, und ist es durchaus unzulässig, den Staub oder Schutt am Boden eines Cokeskarren wie grosse Stücke Brennstoff anzusehen und denselben aufzugeben, als müsse es so sein. Dadurch kühlt man den Ofen bedenklich ab und giebt zu plötzlichen Versetzungen Veranlassung.

Die Windführung ist sehr einfach, insofern

mehr auf reichliche Zufuhr als auf Pressung gesehen werden muss. Dennoch ist es nothwendig, die Spannung im Schmelzraume (durch Aenderung der Düsenweiten und des Wechsels der Gebläse) umgekehrt proportional dem specifischen Gewichte der Brennstoffe zu erhalten, also bei leichten Cokes stärker gepressten, als bei schweren anzuwenden. Bei den theoretischen Betrachtungen kommen wir nochmals auf das wichtige Kapitel zurück.

§. 25. Die Bedienung der Oefen während des Schmelzens umfasst ausser dem Aufgeben der Gichten noch das Entleeren des Roheisens, das Abstechen, dem sich die Reinigung der Windeinlässe und die Entfernung der Schlacken anschliessen.

Das Abstechen erfolgt in unregelmässigen Pausen, weil verschieden schwere Stücke zu giessen sind und es nicht möglich ist, die Formen alle zur gelegensten Zeit giessbereit zu haben. Damit ist indess nicht gesagt, dass der Schmelzer genöthigt sei, jedem Arbeiter, wenn es ihm einfällt, Eisen zu verabfolgen; vielmehr muss es dem Ersteren überlassen sein, im Interesse des Ofenganges die Abstiche selbständig zu bestimmen. Am besten, und bei allen scharfgehenden Cupolöfen ist es leicht durchführbar, werden regelmässige Quantitäten Eisen abgegeben, die den Gichten entsprechen, und es ist dann Sache des Giessmeisters, der das Gesammtinteresse zu vertreten hat, dafür zu sorgen, dass die Abnehmer des flüssigen Metalls zur Zeit der Abstiche in hinreichender Zahl vorhanden sind. Wenn z. B. alle halbe Stunden abgestochen wird und jedesmal 20—25 Ctr. abgegeben werden können, so ist es gleich, ob sich diese Eisenmasse auf 10 Gabelpfannen, 30 Handpfannen oder eine Krahnpfanne vertheilt. Das letztere richtet sich nach der Grösse und Zahl der zu giessenden Sachen. Tritt ein grösserer Bedarf auf einem Punkte ein, so muss allerdings gesammelt werden, und gleichzeitig lässt man den Ofen rascher gehen, giebt reichlich auf, und bläst mit einer grösseren Anzahl von Ventilatortouren.

Gestopft wird der Ofen während des Abstechens nicht; es stehen immer zwei Pfannen vor dem Ofen, eine in der andern. Ist die obere voll und wird sie weggehoben, trifft der Eisenstrahl die untere, welche sofort in eine dritte ihr untergeschobene gesetzt wird, so dass der mechanische Verlust an Eisengranalien sehr unbedeutend ist.

Disciplin ist hierbei allerdings erforderlich und sie wird gesteigert, sobald die Arbeiter daran gewöhnt werden, still zu arbeiten und die Befehle der Meister nicht zu überschreien und zu unterbrechen. In nicht disciplinirten Hütten oder bei geschwätzigeren lebhafteren Nationalitäten ist der Lärm während des Giessens wahrhaft betäubend, und erschwert auch dem geübtesten Leiter solcher Massen seine Aufgabe ausserordentlich.

Man hat deshalb ein bestimmtes Anmeldungsverfahren da eingeführt, wo eine Menge Leute z. B. die Mannschaften einer Poteriegiesserei, 120—150 Arbeiter und Lehrlinge von einem Ofen ressortiren und 2—3 Mal des Tages abzugiessen haben.*)

Beispiele für den Cupolofenbetrieb.

§. 26. Ehe die ökonomischen Resultate des Ofenbetriebes einer kritischen Erörterung unterzogen werden können, ist die Vorführung von Beispielen nothwendig, weil sich dabei noch eine Reihe wichtiger Erfahrungen und Details ergiebt, deren Kenntniss jene Erörterung wesentlich begründen hilft.

Um auch frühere Zustände zu berücksichtigen, ist es erforderlich, auf die Mittheilungen bewährter Schriftsteller zurückzugreifen und den Fortschritt des Gewerbes zu constatiren.

Früherer Betrieb nach Karsten u. A. Bei Monge, Hassenfratz und Launay finden wir noch keine positiven Angaben über Leistung des Brennstoffes und Abbrand des Eisens; man ging wahrschein-

*) Im zweiten Theile dieses Bandes findet sich Näheres über diese und andere Verwaltungsfragen.

lich von der Voraussetzung aus, dass die etwaigen Resultate den damaligen hohen Preisen der Produkte entsprechend günstig und deshalb keiner besondern Rücksicht werth wären.

Später, als man sich genöthigt fand, Verbesserungen einzuführen, wurden die Ofenresultate zum Ausdruck für die Grösse der Verbesserung, zu ihrem Maassstabe, und besonders in der neuesten Zeit betrachtet man eine neue Einrichtung nur noch aus diesem Gesichtspunkte.

Der erste, welcher Resultate von bestimmter Art mittheilt, ist Karsten; in seinem Werke (3. Auflage 1841) ist namentlich auf die schlesischen und Berliner Eisengiessereien Rücksicht genommen und der Vergleich dieser Resultate mit späteren, zu dem sich hier Veranlassung bieten wird, zeigt, wie einzelne Verhältnisse sich verändert haben.

Die Sturzöfen, welche Karsten als eine in Schweden früher übliche Uebergangsform zu den eigentlichen Cupolöfen zunächst beschreibt (vergl. Band I. dieses Werkes S. 311, §. 13 des 2. Abschnittes), hatten noch einen sehr hohen Brennstoffverbrauch, da 100 Pfd. Eisen 55—75 Pfd. Holzkohlen erforderten; die ausgebauchte Form des Ofens, die Langsamkeit des Gichtenwechsels veranlassten diesen Mehraufwand, der allerdings durch eine ausgezeichnete Qualität des Eisens, eine weiche und graue Beschaffenheit desselben, wiederum compensirt wurde.

Der Abbrand betrug bei derselben Klasse von Oefen 5—9 Prc., stieg aber bei schlechtem Eisen, als Bohrspan und Roststäben, bis auf 20 Prc.

Karsten giebt ferner für den Betrieb mit Holzkohlen, der zu jener Zeit ziemlich verbreitet war, nachstehende Verhältnisse an:

Bei dem Hochofen zu Wondollek, der zeitweise als Cupolofen benutzt und entsprechend in der Form verändert worden ist, verbrauchte man pro 100 Pfund Einsatz circa $3^1/_3$ Kubikfuss, und würde zu noch günstigeren Resultaten gelangt sein, wenn nicht im Anfange des Betriebes ein etwas höherer Satz hätte

geführt werden müssen, um das Schmelzen in Gang zu bringen.

Der Abbrand betrug bei diesem Versuche, einen Hochkohlenhochofen als Cupolofen zu benutzen, 8 Prc. ungefähr, und zeigte sich somit, wie aus den folgenden Notizen hervorgeht, nicht grösser als bei den eigentlichen Cupolöfen von 10—14 Fuss Höhe.

Mit Holzkohlen in Letzterem umgeschmolzen, verbrauchen nach Karsten 100 Pfd. Roheiseneinsatz ca. $4^1/_2$ Kubikfuss = 36—46 Pfd. Brennstoffe, und es nimmt dieses Quantum ab, je höher die Oefen sind. Dabei sind jedoch nicht die zum Füllen erforderlichen Kohlen mit eingerechnet. Bei strengflüssigem Roheisen steigt der Aufwand an Holzkohlen oft auf $5^1/_2$—6 Kubikfuss oder 55—60 Pfd.; wendet man niedere Schächte und tannene Kohlen an, so kann der Consum auf 7 Kubikfuss steigen.

Für Cokesverwendung giebt Karsten (a. a. O. III. S. 327) an, dass 100 Pfd. Roheisen mit 1,5 Kubikfuss umgeschmolzen werden könnten, also bei einem Gewicht von 31,7 Pfd. pro Kubikfuss circa 47,6 Pfd. erforderten.

§. 27. Die angeführten Resultate gelten nur für die Anwendung des kalten Windes in früherer Zeit, werfen aber, verglichen mit neueren Resultaten, ein schlechtes Licht auf die damalige Technik, da sich, selbst für kalten Wind, die Verbrennungsziffern auf fast die Hälfte oder noch weniger reducirt haben.

Die Einführung der bis zu 150°, oft sogar bis zu 200° Reaum. erhitzten Windes verminderte den Brennstoffverbrauch bei den Holzkohlencupolöfen von 40 bis 45 Pfd. auf 26—28 Pfd. pro 100 Pfd. Roheisen, so dass sich hierbei also eine Ersparniss von 33 Prc. herausrechnet. Für die Cokescupolöfen war die Einführung des warmen Windes noch erfolgreicher, insofern sich für den Betriebsdurchschnitt dreier Jahre auf der Eisengiesserei zu Gleiwitz ein Cokesverbrauch von $22^2/_3$ Pfd. pro 100 Pfd. Roheisen ergeben hat, während unmittelbar vorher 46 Pfd. Cokes auf denselben Roheiseneinsatz kamen.

Analoge Verhältnisse wurden damals auf der Saynerhütte beobachtet, so dass die Ersparniss hierbei auf circa 50 Prc. geschätzt werden kann (Karsten a. a. O. Bd. III. S. 334 u. f.)

Der Grund für diese auffallende Aenderung in den Betriebsergebnissen kann indess nicht allein in der Einführung eines um 150—200° erhitzten Windes gesucht werden. Jedenfalls ist der mit einer solchen Reform verbunden gewesene Umbau der Oefen, die Annahme anderer Verhältnisse, namentlich aber die Anwendung weiterer Düsen und grösserer Windquantitäten — zum Theil Schuld an der Produktionsvermehrung, und in Folge davon an der besseren Ausnutzung der Brennstoffe gewesen. Diese verbessernden Umstände lassen sich allerdings nicht deutlich aus den damaligen Berichten herauslesen, aber mit ziemlicher Sicherheit kann man einen solchen Vorgang annehmen. Ein stärkerer Gichtenwechsel und ein bemerklicheres Ausschmelzen des Ofens in der Windzone sind in den von Wachler in seinen Oberschlesischen Heften (III. S. 41) gegebenen Details über die Folgen der Einführung erhitzten Windes unter den Kennzeichen des veränderten Ofenganges aufgeführt.

§. 28. Die Sefstroem'schen Cuploöfen der Königl. Eisengiesserei zu Berlin zeigten in ihrem Betriebe keine besonderen Merkmale. Sie wurden zwar in Rücksicht auf die Qualität des Gusses mit grösster Sorgfalt zugestellt, angewärmt und betrieben, boten aber keine Neuerungen gegen frühere Zustände, als eine Abnahme des Cokesverbrauches und des Abbrandes durch verstärkte Windführungsverhältnisse.

Die eigenthümliche Lage des Werkes unter so vielen mächtigen Concurrenten, welche nicht allein Giesserei betreiben und deshalb in Bezug auf Verwaltungskosten in viel günstigerer Lage sind — hatte die Ansicht auftreten lassen, dass seine Stellung eine unhaltbare sei. Trotzdem hatte die Gusswaarenproduktion nie dauernd abgenommen und bewies, dass für gute, saubere und gesunde Gusswaaren auch bei höheren Preisen Abnehmer sich finden. Der Ruf einzelner

Maschinenwerkstätten kleineren Umfanges beruhte wesentlich auf dem Bezuge ihrer Gusswaaren aus der Königlichen Eisengiesserei, und die Rücksicht auf diese Kundschaft gebot stets die grösste Vorsicht bei der Umschmelzung. Man arbeitete auf der Königl. Eisengiesserei zu Berlin mit hauptsächlich dreierlei Roheisen, schottischem, deutschem und schwedischem; wovon das schottische und ein Theil des deutschen grau und grobkörnig waren, während daneben noch hartes zum Theil weisses Eisen von deutschen Werken verarbeitet wurde.

Zuletzt dominirte zunächst folgende Marke: Langloan Nr. I., seit 20 Jahren Hauptmaterial für den Berliner und Norddeutschen Giessereibetrieb überhaupt, Produkt eines der besten schottischen Hochofenwerke, und von bewährten Eigenschaften, die allerdings in den zehn letzten Jahren nicht unbedenklich verloren haben. Der Bruch ist mittelgrob, lebhaft glänzend, von dunkler Farbe, ohne aber in das schmutzigere Schwarzgrau überzugehen, welches manches schottische Roheisen zeigt.

Es muss zu verschiedenen Gusswaaren mit anderem Materiale legirt werden, da es selbst zu weich ist und, im rohen Zustande zerschlagen, klanglos zerbricht. Für kleine Maschinentheile besitzt es, umgeschmolzen, eine hinreichende Festigkeit, während es zu grossen Stücken mit anderem Eisen vermischt werden muss. Immerhin macht es aber das Hauptmaterial aus und bildet einen vorwiegenden, möglichst constanten Bestandtheil der Ofengichten.

Es wurde bei kaltem oder weniger erwärmtem Winde von ziemlicher Pressung, welchen das im ersten Bande erläuterte Cylindergebläse liefert, mit schweren westphälischen oder englischen Cokes niedergeschmolzen und gab ein in kleinen Stücken feinkörniges, vollkommen dichtes und dabei weiches Produkt, welches ein kurzbündliges feines Spiel auf der Oberfläche zeigte, und ohne zu treiben, erstarrte. Die Kanten waren niemals hart, ebensowenig aber stumpf oder schartig, wobei allerdings das Heissgiessen vermieden wurde und

stets eine gemässigte Temperatur bei vollkommener Flüssigkeit angewendet werden konnte.

§. 29. Als Zusätze wurden angekauft und bezogen:

Oberschlesisches Cokesroheisen von verschiedenen Produktionsorten; dasselbe ist gaar erblasen, graphitreich, aber härter und fester als das schottische Roheisen, so dass es für grössere Sachen sich eignet, aber nie für sich allein verwendet werden kann, ohne leicht harte Kanten zu geben. Will man dieses vermeiden, so muss man es im Cupolofen sehr überhitzen und die äussere Schönheit der Gusswaaren aufs Spiel setzen, da sich der Sand stark an die Oberflächen anhängt. Sein Verhalten lernen wir übrigens weiterhin noch besser kennen.

Schwedisches Roheisen, halbirt mit grauem Saum, sehr ungleich im Aussehen und im Verhalten; deshalb ist ein Aussuchen desselben nothwendiges Erforderniss zum Gerathen der Güsse, und man nimmt es nur selten noch, seit sich deutsche Firmen gefunden haben, die haltbaren Weissstrahl liefern.

Weissstrahl von Herrmannshütte bei Neuwied — zum Signalglockenguss hauptsächlich angewendet — muss bei nicht zu hoher Temperatur eingeschmolzen, dennoch aber vollkommen flüssig gemacht werden. Es scheidet beim Erstarren Graphit aus und giebt Güsse von grosser Härte und splittrigem Bruch. Hierbei bedarf es besonderer Kunstgriffe, um die Grenzen einzuhalten, innerhalb welcher die Cohäsion der einzelnen Lamellen von der gegenseitigen Adhäsion derselben überwunden wird, ein Bersten des Gusses also nicht eintritt.

Da die Herrmannshütte hauptsächlich Qualitätseisen aus Späthen des Siegerlandes und aus Brauneisensteinen des Westerwaldes darstellte, und nur gute Erze bezog, so war das Roheisen sehr rein und fest. Versuche mit Weissstrahl von Rolandshütte und anderen Siegener Werken ergaben nicht die gleichen Resultate.

Roheisen von Mathildenhütte bei Harzburg, zeigte sehr gute Eigenschaften, namentlich Schärfe

des Gusses, Stehenbleiben, Abwesenheit des Saugens und Sackens sowie des Werfens. Sein Verhalten wird weiterhin noch näher beschrieben.

Verarbeitet wurden seiner Zeit noch:

Roheisen von Hasslingshauser Hütte (Neuschottland), Spiegeleisen aus Ostindien u. s. w.*)

§. 30. Der Betrieb selbst verlief in folgender Weise:

Nachdem der Ofen reparirt und getrocknet war, wurde er bis zu der halben Höhe mit Cokes gefüllt und im Feuer gehalten, bis die Zeit zum Anblasen gekommen war.

Dies geschah durch Anlassen des Cylindergebläses, das allmälig in raschen Gang gesetzt wurde und eine Pressung von circa $1\frac{1}{2}$ Pfd. = 36‴ Quecksilber im Regulator selbst erzeugte. Von den Düsen waren nur vier im Gebrauch und die Uebrigen verstopft, weil das Schmelzen rasch genug stattfand und die Spannung im Ofenraume eine höhere blieb.

Die Kohlengicht bestand aus 1 Scheffel Cokes = ungefähr 40 Pfd., welche in hölzernen Aufgebegefässen nach der Gicht gelangten; das Roheisen kam in Gichten von 2 Ctr. zur Aufgabe, wozu noch $\frac{1}{2}$ Ctr. eingekauften Bruch- und Altgusseisens traten, während die Eingüsse und der Ausschuss des eigenen Betriebes nach ungefährer Maassgabe zugesetzt, aber nicht gewogen wurden.

Für die Anfertigung von Hartguss oder für die Darstellung von Signalglocken setzte man das splittrige weisse Eisen zuerst auf den Ofen, und goss das nach Beendigung der betreffenden Abgüsse noch übrigbleibende grelle oder halbirte Eisen in besonders reservirte Barrenformen, um es später in ähnlicher Weise wieder zu verwenden.

*) Vgl. meinen Aufsatz über die Eisengiessereien von Berlin und ihren Betrieb (1859—60), — veröffentlicht: Berg- u. Hüttenmännische Zeitung 1862, S. 3 — in dessen Context sich auch die oben — §. 28 — gemachten Bemerkungen über die technisch-geschäftliche Stellung der Königl. Eisengiesserei zu Berlin näher begründet finden.

Die Abstiche wurden in grösseren Portionen gemacht, indem entweder 2 auch 3 Gabelpfannen oder die doppelte resp. dreifache Zahl Handpfannen hintereinander gefüllt wurden.

Die Führung der Oefen zeichnete sich durch grosse Sorgfalt in den Vorbereitungen sowie durch Ordnung beim Betriebe selbst aus, zwei Dinge, die sich bei einer so kleinen Fabrikation allerdings sehr bequem erreichen lassen, in der That aber nicht überall angestrebt werden.

Die Resultate anbetreffend, so verschmolz die Königliche Eisengiesserei im Jahre 1869 21,633 Ctr. 44 Pd. Roheisen aller Art, und fabricirte daraus 20,425 Ctr. 66 Pfd. verkäufliche Gusswaaren, also 96,62 Prc. des Einsatzes, mit 12,513 Scheffel Cokes à 40 Pfd. = 500,520 Pfd.

Bezieht man den Brennstoffconsum auf den Einsatz, so ergeben sich pro 100 Pfd. Einsatz ca. 22 Pfd. — pro 100 Pfd. Gusswaaren circa 25 Pfd. Cokes, wobei Füllung und event. Veruntreuung zu anderen Betriebszwecken (Heizen, Trocknen u. s. w.) mit eingeschlossen sind.

§. 31. Der Cupolofenbetrieb auf der Königl. Eisengiesserei bei Gleiwitz bietet trotz seiner etwas alterthümlichen Form viel Interessantes und Lehrreiches, weil derselbe von jeher ausserordentlich verschiedenen Anforderungen zu genügen hatte, ohne in Betreff des Materialbezuges so günstig gestellt zu sein, wie die Berliner Anstalten. Dabei vereinigte er mit dieser qualitativen Leistung gleichzeitig eine sehr bedeutende quantitative, und hat seit seinem Bestehen manches Hunderttausend von Centnern in die Welt gesandt.

Durch die Ausdehnung, die zeitweise einzelnen Fabrikationsbranchen gegeben wurde, in seiner Physiognomie vielfach verändert, hat er deren Wandlungen sämmtlich siegreich bestanden, und andere Gründe als rein technische sind Schuld daran, dass die Gusswaarenfabrikation von Gleiwitz oft gezwungen ist, durch Massenproduktion Vortheile zu erzielen, welche gün-

stigere wirthschaftliche Grundbedingungen auf anderem Wege leichter ermöglichen würden.

Diese unaufhörliche Hast und angestrengte Energie des Betriebes gebot vor Allem, aus den vorhandenen Betriebsvorrichtungen die bestmöglichen Resultate zu erzielen und Reorganisationen konnten nur wenige, sowie nur schrittweise ausgeführt werden. Dabei dachte man aber zuletzt an den Ofenbetrieb, weil das Verhältnissmässig wohlfeile Brennmaterial und die Verarbeitung des eigenen Roheisens weniger Rücksichten verlangten und andere Theile der Arbeit dieses mehr zu bedürfen schienen.

Man hat auf der Gleiwitzer Hütte deshalb bis vor Kurzem noch immer die alten Oefen behalten und schmilzt theils in zweidüsigen, theils in Sefstroem'-schen Oefen, mit heissem oder mit kaltem Winde, ohne sich um Anderes als um die Qualität des flüssigen Gusses zu kümmern, und um die Anforderungen der einzelnen Förmergesellschaften.

Ohne dem vierten Theile vorzugreifen, müssen wir zur besseren Würdigung derartiger Schwierigkeiten erwähnen, dass in Gleiwitz gleichzeitig in drei Oefen geschmolzen wird, von denen der eine das Material für Poterie, für Kunstguss und Amunition sowie für Herd- und Falzplatten und kleine Gasröhren zu liefern, der andere die Maschinenförmerei, den Bau- und Ofenguss, der dritte endlich die Röhrengiesserei in Sand und Masse zu versorgen hat. In früherer Zeit war die Zusammenstellung eines und desselben Ofenressorts noch buntscheckiger, weil fast alle Kameradschaften an gewissen, bei mangelhafter Disposition wenig lohnenden Arbeiten betheiligt waren. Da die Poteriefabrikation in jüngster Zeit eingestellt worden ist, hat sich das Verhältniss ein wenig vereinfacht, dafür ist der Röhrenguss ein weiterer geworden, und macht in Folge vermehrter Anforderungen neue Schwierigkeiten.

Die Details des Betriebes, wie sie hier mitgetheilt werden sollen, stammen aus den Jahren 1860—65, in denen sich eine tiefergehende Aenderung in der Verwaltung und der Technik vollzog, wogegen die letzten

zehn Jahre keine so erheblichen Veränderungen aufzuweisen hatten.

§. 32. Die Cupolöfen der Topfhütte wurden, als überhaupt noch Poterie in grösseren Massen darzustellen war, in der Weise betrieben, dass man mit dem Frühesten anfing zu füllen und zu setzen, weil bald nach dem Frühstück das Giessen begann.

Die beiden hier im Dienste stehenden Apparate hatten cylindrische schwach nach oben sich verengende Schächte von 2—2½ Fuss Durchmesser, und wurden durch je 2 einander gegenüber liegende Formen betrieben. Die Erwärmung des Windes in besonderen Röhrensystemen, die über der Gicht angebracht waren, gestatteten einen lebhaften Gichtenwechsel, sobald eine 16zöllige Dampfmaschine älterer Bauart ohne Unterbrechung rasch funktioniren konnte und circa 30 Wechsel in der Minute vollbrachte. Auch konnte man, obwohl nicht ohne Einfluss auf die Qualität des Roheisens, sich leichterer Cokes bedienen als bei den übrigen Oefen — der geringere Schachtquerschnitt, die verhältnissmässig grössere Höhe traten als günstige Umstände zu jenen Windführungsverhältnissen und liessen selbst die Verwendung von Staubkohlencokes, halb aus Back- halb aus Sinterkohlen dargestellt, zu, deren Fabrikation damals auf dem Werke versucht wurde.

Der Satz wurde im Allgemeinen von 2—4 Ctrn. Roheisen auf 1—2 Scheffel Cokes geführt, nur in Ausnahmefällen und bei fast ausschliesslicher Darstellung von stärkeren Sachen steigerte man denselben bis auf 6—8 Ctr. Die Gichtenzahl in einer Arbeitsschicht betrug 20—70, je nach dem Bedarf an Gusseisen; mit dieser Zahl änderte sich aber auch die Dauer der Ofenschicht selbst, welche von 6—14 Stunden betrug.

Während die dem vierten Theile angehängten Tabellen über Betrieb und Haushalt auf der Eisengiesserei bei Gleiwitz alle Details in Betreff dieser Oefen enthalten, sollen hier nur einige hervorragendere Betriebsresultate aus vorzugsweise lebhaften Zeiträumen mitgetheilt werden.

Im zweiten Quartal des Jahres 1863 in 71 Arbeitstagen wurden bei den Cupolöfen der Topfhütte durchgeschmolzen:

7911 Ctr. Roheisen,
2916 Ctr. Eingüsse und
419 Ctr. Bruch vom eigenen Betriebe, zusammen also
11246 Ctr. Einsätze, die in 5171 Gichten mit 1533 Tonnen Cokes aufgegeben wurden und an Produkten:

7022 Ctr. 70 Pfd. Gusswaaren,
2916 Ctr. Eingüsse und
419 Ctr. Brucheisen ergeben haben.

Es wurden mithin täglich im Durchschnitte 72—73 Gichten zu 217 Pfd. Einsatz und zu 1 Scheffel = $^1/_4$ Tonne Cokes verbraucht; der Cokesverbrauch bei der Aufgabe beziffert sich hiernach auf $1292^3/_4$ Tonnen, so dass $240^1/_4$ Tonnen als Füllmaterial bleiben, das pro Campagne oder einmaligem Anwärmen somit 3,38 Tonnen betragen würde.

§. 33. Die obigen Werthe lassen folgende Verhältnisse sich berechnen.

100 Pfd. Einsätze überhaupt, ergaben nach den gemachten Notizen:

62,45 Pfd. Gusswaaren,
25,93 Pfd. Eingüsse,
3,72 Pfd. Bruch (Ausschuss), zusammen also
92,8 Prc. Produkte, mithin ein Abbrand von 7,90 Prc. — und erfordern 0,13 Tonnen Cokes = ca. 27,69 Pfd. (Die Tonne Sintercokes zu 213 Pfd. gerechnet.)

Dieser Rechnung steht eine andere gegenüber, die, obwohl logisch und technisch unrichtig, ihre gewisse ökonomische Berechtigung hat, und deshalb stets in der Praxis und oft sogar allein angewandt wird. In dieser Weise die gemachten Angaben umrechnend, erhält man Resultate von weniger günstigem Aussehen, die sich aber sofort auf die Belastungsseite buchen lassen.

Man vernachlässigt nämlich das wieder mit durchgesetzte Brucheisen sowie die Eingüsse, und bezieht

den Consum an Roheisen direkt auf die Gusswaaren und Cokes; es ergeben alsdann 100 Pfd. Roheisen 88,7 Pfd. Gusswaaren, und erfordern 0,19 Tonnen = 40,47 Pfd. Cokes. Noch kaufmännischer, aber noch weniger geeignet, Licht auf den betreffenden Prozess zu werfen, ist folgende Anschauungsweise, der wir aber nur in einem Punkte, der Rücksicht auf den Brennstoffconsum folgen wollen.

Die Gusswaarenquantität als Ausgangspunkt genommen, findet man für 100 Pfd. Gusswaaren einen Brennstoffconsum von 0,22 Tonnen oder 46,86 Pfd. Cokes, der allerdings sehr hoch erscheint, aber viel von seiner anscheinenden Enormität verliert, wenn man bedenkt, dass der in Gleiwitz und besonders bei der Topfhütte damals verwendete Cokes sehr unrein und gleichzeitig sehr schwer war. Es lässt sich annehmen, dass noch nicht 60 Prc. wirklich wirksamer Kohlenstoff in diesen Brennmaterialien enthalten waren; die Arbeit war fortwährend sehr unrein und schmierig. Der Schlackenabfluss, welcher des continuirlichen Betriebes wegen in kleinen Zeiträumen geschah, fing an permanent zu werden, sobald eine Reihe kleiner Eisenportionen hintereinander genommen wurden. Dieser Uebelstand, verbunden mit der bei der Fabrikation kleiner Gusswaaren unvermeidlichen Verzettlung von Eisengranalien, veranlassten auch den hohen Abbrand.

§. 34. Bei den Cupolöfen der Hochofenhütte, welche bestimmt waren, für den Bedarf der Ofenförmerei, des Maschinen- und Baugusses, sowie für einen Theil der Röhrengiesserei das erforderliche Material zu liefern — und welche zweierlei Construktion hatten (die gewöhnliche mit zwei Düsen und Winderwärmung, sowie die Sefstroem-Schmahel'sche), wurde wesentlich dasselbe Material, wie bei den Apparaten der Topfhütte verschmolzen, nur war der Roheisensatz etwas höher, weil die Eingüsse wie auch das Brucheisen mehr zurücktraten als bei dem Betriebe der Topfhütte.

Der Ofen war stets in kürzeren Campagnen thätig, und wurde weit später angeblasen, gewöhnlich auch

eher niedergehen gelassen — weil die Entnahme des Roheisens meist in grösseren Pfannen geschah und nur ausnahmsweise kleine Portionen gefordert wurden. Die Qualität des Eisens war durchweg besser, was sich hauptsächlich beim Betriebe des Sefstroem'schen Ofens kenntlich machte; auch wurde zu diesen Oefen stets besseres Rohmaterial gewählt als zu denen der Topfhütte, weil die darzustellenden Stücke immer gewissen Anforderungen zu entsprechen hatten.

Der Satz wurde durchweg regelmässig auf 200 Pfd. höchstens auf 250 Pfd. pro Gicht geführt, und nach dem Füllen allmälig dahin gesteigert; da dieses Paar Oefen entweder (bei hohem Wasserstand) von dem alten Hochofencylindergebläse oder von den Hochofenmaschinen den Bedarf an Verbrennungsluft geliefert erhielt, so war der Betrieb sehr ungleich und entbehrte der geringsten Selbständigkeit in dieser Hinsicht fast vollständig.

Deswegen und auch wegen der grossen Unbequemlichkeit des Aufgebens war es trotz mehrfacher Anstrengungen unmöglich, den Betrieb zu forciren und dadurch sowohl den Kohlenconsum als auch die Abbrandverhältnisse herabzustimmen.

In derselben Periode, wie oben, dem zweiten Quartal 1863, wurden in 71 Tagen verschmolzen

10679,50 Ctr.	Roheisen in Gänzen,	
1654,50 Ctr.	Eingüsse	vom Betriebe
315,50 Ctr.	Brucheisen	selbst;

zusammen also 12649,50 Ctr. Einsätze, welche in 5417 Gichten mit 1604 Tonnen Cokes aufgegeben wurden und an Produkten 9213,08 Ctr. Guss,

1654,50 Ctr. Eingüsse,

315,50 Ctr. Brucheisen — also im

Ganzen 11,183,08 Ctr. geliefert haben.

Stellt man ähnliche Rechnungen an, wie im §. 32 für die Oefen der Topfhütte, so findet man, dass täglich ca. 76 Gichten mit 233—234 Pfd. Einsatz auf 1 Scheffel Cokes gesetzt worden sind. Es sind also 5417 Scheffel oder $1354^1/_4$ Tonnen Cokes zum regel-

mässigen Schmelzen verbraucht worden, so dass für das Füllen des Ofens im Ganzen $249^3/_4$ Tonnen und für jeden Tag etwa $3^1/_2$ Tonne gerechnet werden müssen.

§. 35. Aus den gemachten Angaben berechnen sich folgende, für die Haushaltung wichtigere Verhältnisse.

100 Pfd. Einsätze überhaupt ergeben
72,79 Pfd. Gusswaaren,
13,08 Pfd. Eingüsse,
2,49 Pfd. Ausschuss, also im Ganzen
88,36 Pfd. diverse Produkte, woraus sich ein Verlust von 11,64 Pfd. berechnet.

Von diesem Verlust gehen nachweislich ca. $2^1/_2$ $3^1/_2$ Pfd. ab, da die Cupolöfen der Hochofenhütte angewiesen waren, dem Flammofenbetrieb des Werkes das Eisen zum Nachgiessen fast ausschliesslich zu liefern, und auch sonst an die benachbarte Flammofenhütte Material für kleinere Gussstücke abzugeben, welches dem dortigen Cupolofen zu gute gekommen ist, aber nicht gut besonders gebucht werden konnte. Der Abbrand ermässigt sich dadurch auf 7—8 Prc. und kommt also dem bei der Topfhütte berechneten ziemlich gleich, ein Umstand, der bei der Gleichheit der Apparatgrössen und des verwendeten Eisens nicht auffallen kann.

An Brennmaterial erforderten jene 12,649,50 Ctr. Einsätze 1604 Tonnen Cokes (incl. des Füllmaterials) — also 100 Pfd. etwa 0,13 Tonnen oder (à 213 Pfd. pro Tonne) 27,69 Pfd. Cokes.

Wie auch bei den Resultaten der Topfhütte geschehen, muss der andere Rechnungsmodus, den die Wirthschaftspraxis geheiligt hat, obgleich er der falsche ist, Ergebnisse liefern, die von den eben berechneten im schlechten Sinne erheblich abweichen.

Bezieht man dem entsprechend den Roheisenconsum, also 10,679,50 Ctr. direkt auf den mit 9213,08 Ctr. bezifferten Guss, so ergeben 100 Pfd. Roheisen 86,3 Pfd. Gusswaaren, erleiden also einen Verlust von 13,7 Pfd.

und beanspruchen gleichzeitig einen Aufwand von etwa 0,15 Tonnen oder 31,95 Pfd. Cokes.

Die Gusswaaren als einzigen Ausgangspunkt für die Berechnung des Brennstoffconsums nehmend, berechnet man für 100 Pfd. fertigen Guss aus den beiden hier abgehandelten Oefen ein Cokesquantum von über 0,17 Tonnen oder 36,21 Pfd.

Die günstigen Resultate in Betreff des Brennstoffs, gegenüber den für die Topfhütte berechneten, motiviren sich durch die besseren Cokes, welche bei diesem Ofen durchschnittlich verwendet wurden. Wenn es möglich gewesen wäre, die Campagne abzukürzen, ohne die Leistung zu verringern, würden auch die bei der Berliner Eisengiesserei pro 1869 gefundenen Verhältnisse ermittelt worden sein.

§. 36. Ausser diesen beiden Gruppen von Oefen, welche von jeher den Roheisenbedarf der Eisengiesserei zu Gleiwitz vorwiegend geliefert hatten, waren noch zwei einzelne ursprünglich für den Betrieb des Lehmformhauses construirte Oefen vorhanden, welche bereits im ersten Bande S. 354 u. 55, §. 46, sich erwähnt finden.

Es waren der besonders für schwerere Güsse eingerichtete mässig grosse des Lehmformhauses, mit Vorherd und nach dem Schmahel'schen Prinzip erbaut, dann der frühere transportable Cupolofen, der späterhin mit entsprechender Aenderung verschiedener Details der Flammofenhütte angebaut wurde und dort in regelmässigen Betrieb kam. [Derselbe ist auf Taf. III. Fig. 1 abgebildet und in früheren §§. des ersten Bandes ausführlich besprochen worden.]

Jener kam dagegen in der letzten Zeit nach der Hochofenhütte, um den einzigen Ofen älterer Construktion zu ersetzen, der daselbst vorhanden war. Dort, wo die Gebläseluft in hinreichendem Maasse geschafft werden konnte, arbeitete er viel besser als früher am Lehmformhaus, wo es Mühe und Aufwand kostete, 100—120 Ctr. zusammenzubringen. Er wurde deshalb auch nur selten in Betrieb gesetzt, so lange er an seinem alten Standorte sich befand.

Nach einer Privatnotiz des Verfassers waren in zwei Fällen während einer Reparatur des einzigen Flammofens des Lehmformhauses in dem Frühjahre 1862 97,50 Ctr. mit 30 Tonnen Cokes und einige Tage später 105 Ctr. mit 32 Tonnen Cokes niedergeschmolzen, um Güsse von 50—60 Ctr. sicher ausführen zu können. Im ersten Falle waren 39 Gichten zu $2^1/_2$ Ctr. auf ca. $1^1/_2$ Scheffel, und im zweiten Falle 48 Gichten zu 2 Ctr. auf ca. 1 Scheffel gesetzt worden, so dass sich ein Brennstoffverbrauch von über 15 Tonnen im ersten und 8 Tonnen im andern Falle für Anwärmen und Füllen des Ofens berechnen lässt. In welcher Weise die Produktion sich gestaltet hat, ist nicht möglich gewesen anzugeben, weil leider eine besondere Wägung nicht stattgefunden. Der Brucheisenfall war allerdings immer sehr bedeutend, und wird auch in diesen beiden Fällen je 30—40 Ctr. betragen haben, weil der Vorherd und der Eisenkasten in keinem richtigen Verhältnisse zur Leistung des Ofens standen. Mit hinreichendem Windquantum und ausreichender Bedienung würden sich ebensogut wie bei anderen grossen Oefen hunderte von Centnern in einer Stunde haben durchsetzen und hitzig einschmelzen lassen.

§. 37. Bei dem Cupolofen der Flammofenhütte, dem zweiten der einzelnen Oefen des Werkes, wurden nach seiner Aufstellung hauptsächlich die zur Röhrenfabrikation und zum Masseguss, soweit diese nicht aus dem Flammofen erfolgte, nothwendigen Materialien umgeschmolzen. Zum Röhrenguss nahm man stets etwas helles dichtes Cokesroheisen, während zum Masseguss gewöhnlich besseres Material, z. B. grobkörniges Giessereiroheisen oder, im Fall die darzustellende Waare besondere Festigkeit besitzen sollte, Holzkohlenroheisen, auch einmal umgeschmolzene Legirungen von Schmiede- und Gusseisen gewählt wurden.

Obwohl die Qualität mithin nicht immer besondere Rücksicht verlangte und man den Ofen mit Energie betreiben konnte, so dauerte es doch einige Zeit, ehe der Betrieb die gewünschte Geläufigkeit erreichte. Es ist dieses ein treffendes Beispiel für die Schwierig-

keit, einen neuen Apparat vortheilhaft in Gang zu bringen und zu erhalten.

Im ersten Monate des zweiten Quartals 1863 in Betrieb gesetzt, werden in den Monaten

	Gichten	Roheisen	Tonnen Cokes	Arbeitstage
April	739	à $1\frac{1}{2}$ Ctr.	192	22
Mai	1515	à $1-1\frac{1}{2}$ „	404	28
Juni	916	à $1-2\frac{1}{2}$ „	348	23

durchgesetzt. Dabei wurden producirt in den Monaten

	Roheisen	Eingüssen	Ausschuss
April: aus	898,00	50,00 Ctr.	160,00 Ctr.
Mai: „	1606,80	133,00 „	85,00 „
Juni: „	1432,00	78,00 „	99,00 „

beziehungsweise: 346,98 Ctr. Gusswaaren, 1085,19 „ „, 1163,87 „ „ } und die vorstehenden Betriebsabfälle.

Die Gichtenverhältnisse dieses Ofens sind in folgender Tabelle enthalten:

Monat	Tage	Gewichtenwechsel monatl.	Gewichtenwechsel tägl.	Durchsetzquantum im Ganzen	Gichten satz Durchschnitt	Cokes im Ganzen Tonnen	Satz	Cokes in Gichten Tonnen	Füllung täglich
				Ctr.	Pfd.				
April	22	739	34	1108,00	150	192	$\frac{1}{8}$	92,4	5 T.
Mai	28	1515	54	1824,80	120	404	$\frac{1}{6}$	252,5	
Juni	23	916	30	1609,00	175	348	$\frac{1}{4}$	229,0	

Es geht aus diesen den Primanotizen der Schmelzer entnommenen Angaben hervor, dass der Gichtensatz anfangs ein sehr niedriger war, dann noch mehr abnahm, und schliesslich erst sich zu einer bedeutenderen Durchschnittshöhe erhob. Der Kohlensatz, den Windzuführungsverhältnissen entsprechend, schwankt nicht so sehr, sondern steigt allmälig, weil im Ganzen ge-

nommen auch der Eisensatz in den letzten Wochen des Monats gestiegen ist. Dagegen bildet das Füllmaterial ein permanentes Belastungsmoment des Ofenbetriebes und wirkt unangenehm auf das Verhältniss des Brennstoffverbrauchs zum Durchsatz.

§. 38. Berechnet man aus den gemachten Angaben die ökonomischen und technischen Resultate des Betriebes, so gelangt man zu den folgenden Erfahrungssätzen.

Bekanntlich verarbeitete dieser Ofen im

	April	Mai	Juni 1863	
an Roheisen	898,00 —	1606,80 —	1432,00	Ctr.
„ Eingüssen	50,00 —	133,00 —	78,00	„
„ Brucheisen	160,00 —	85,00 —	99,00	„
zus. an Einsätzen	1108,00 —	1824,80 —	1609,00	„
zu Gusswaaren	346,98 —	1085,15 —	1163,87	„
„ Eingüssen	50,00 —	133,00 —	78,00	„
„ Brucheisen	160,00 —	85,00 —	99,00	„
an Nachguss zu den Flammöfen ca.	25,00 —	30,00 —	25,00	„
zus. an Produkten	581,98 —	1333,15 —	1365,87	Ctr.

Aus der oberflächlichen Zusammenstellung ersieht man leicht, dass das Ausbringen, für die einzelnen Monate berechnet, ein durchaus falsches Resultat geben würde, da die Produkte dieses Ofens meist in Röhren-Currentguss bestanden, der erst nach 4—6 Wochen als probemässig abgenommen werden konnte; ferner, da gleichzeitig viel Materialeisen für die Flammöfen mit durchgesetzt wurde, um versuchsweise Legirungsschmelzungen auszuführen, kann man hier nur einen Monat in den andern hineinrechnen — und selbst hierbei erhält man Zahlenverhältnisse, die nur wenig Vertrauen erwecken.

Mit Abrechnung der blos geschätzten Nachgüsse zum Flammofenbetrieb und Vernachlässigung der dem Gesammthaushalt ebenso zu Gute kommenden Durchsatzquanta's an Tümpel- und Materialeisen — berechnen sich auf 100 Pfd. Einsätze:

	57,16 Pfd.	Gusswaaren,	
	5,7 „	Eingüsse zum eigenen Betrieb,	
	7,5 „	Brucheisen „ „ „	
zusammen	70,36 „	Produkte, sodass sich Abbrand	

sowie nicht unmittelbar der Giesserei zu gute gekommene Produkte zusammen auf 29,64 Proc. des Einsatzes stellen.

Da sich dieselben nach zuverlässigen Notizen auf ca. 800 Ctr. im ganzen Quartal belaufen, wobei der Monat April allerdings vorzugsweise stark in Anspruch genommen war, so ermässigt sich der Verlust um etwa $17\frac{1}{2}$ Prc., und beträgt also nur noch 12 Prc.

Der Kohlenverbrauch beziffert sich deshalb auch nicht besonders günstig, nämlich auf 0,36 Tonnen oder 79,68 Pfd.; rechnet man aber dem Produkt jene 800 Ctr. (+12 Prc. Abbrand) zu, so ermässigt sich der Verbrauch an Brennstoff bis auf etwa 0,26 Tonnen oder 55,40 Pfd. pro 100 Pfd. Produkt. Dieser hohe Brennstoffverbrauch lag darin, dass der Ofen aus baulichen Gründen seines hohen Obertheiles beraubt und im Anfange mit der verhältnissmässig geringen Höhe von ca. 7 Fuss betrieben werden musste, bis ein neuer um 1 Fuss die Schachthöhe steigernder Aufsatz angefertigt war.

Die Eile, mit der in damaliger Zeit contraktliche Lieferungen von Gasröhren abzuwickeln waren, liess vor's erste an keine allmälige Einrichtung denken. Später erst, als die Sache in Gang gekommen war und auch die Notizführung sich noch mehr den Wandlungen des Apparates accommodirt hatte, stellten sich günstigere Rechnungsergebnisse ein. Einen Nutzen hat indess die Vorführung dieses nicht normalen Betriebszustandes, insofern sich die innere Täuschung bloslegt, der man sich hingiebt, sobald man als technischer Leiter bei seinen Evaluationen die Zwischen- und Nebenprodukte des Betriebes vernachlässigt und **nur** Roheisen als Material — Guss als Produkt in Rechnung zieht.

In allen Fällen, wo die Nebenprodukte der Masse nach überwiegen, z. B. bei Poterie oder Kunstguss, oder wo man Umschmelzungen einschaltet, belastet man

den Umschmelzprozess ohne Weiteres mit den Kosten des herausgerechneten Verlustes — während sich in vielen Fällen erhebliche Werthe gutschreiben liessen.

§. 39. Rechnet man alle dem Ofenbetriebe des besprochenen Zeitraumes angehörigen Daten zusammen, so ergeben sich nachstehende Zahlenübersichten:

Verschmolzen wurden an Einsätzen überhaupt:

bei der Topfhütte	11246,00 Ctr.	
„ „ Hochofenhütte	12549,50 „	
„ „ Flammofenhütte	4541,80 „	
		zus. 28437,30 Ctr.

Daraus erfolgten:

1) an Gusswaaren

bei der Topfhütte	7022,70 Ctr.	
„ „ Hochofenhütte	9213,08 „	
„ „ Flammofenhütte	2596,00 „	
		zus. 18831,78 „

2) an Eingüssen

bei der Topfhütte	2916,00 Ctr.	
„ „ Hochofenhütte	1654,50 „	
„ „ Flammofenhütte	761,00 „	
		zus. 5331,50 „

3) an Brucheisen und Ausschuss

bei der Topfhütte	419,00 Ctr.	
„ „ Hochofenhütte	315,00 „	
„ „ Flammofenhütte	544,00 „	
		zus. 1278,50 „

Es ergaben sich an Eisenverlust

bei der Topfhütte	888,30 Ctr.	
„ „ Hochofenhütte	1466,42 „	
„ „ Flammofenhütte	640,80 „	
		zus. 2995,52 „
Die Hauptsumme der Resultate beträgt wie oben		28437,30 Ctr.

In Procenten des Einsatzes ausgedrückt, sind producirt

Gusswaaren	66,22	Proc.,
Eingüsse	18,76	„
Brucheisen	4,49	„

es ergiebt sich also ein Verlust

von 10,53 Proc.,
zusammen 100,00 Proc.

Bezieht man der Vollständigkeit wegen die Gusswaarenproduktion auf den Roheisenverbrauch allein, so ergeben

21,827 Ctr. 30 Pfd. Roheisen = 18831 Ctr. 78 Pfd. Gusswaaren, d. h.
100 Pfd. Roheisen = ca. 86 Pfd. Gusswaaren oder
ca. 116 Pfd. Roheisen = 100 Pfd. Gusswaaren.

Der Kohlenverbrauch beziffert sich

bei der Topfhütte auf	1533	Tonnen,
„ „ Hochofenhütte auf	1604	„
„ „ Flammofenhütte auf	944	„
zusammen	4081	Tonnen à 213 Pfd. = 869,253 Pfd.

Bezieht man diesen Kohlenverbrauch auf die Eisenmengen, so ergeben sich

1) pro 100 Pfd. Einsatz überhaupt 30,5 Pfd.,
2) pro 100 Pfd. Roheisen 39,2 „
3) pro 100 Pfd. Gusswaaren 46,0 „ Cokes.

An diese hohen Verbrauchsziffern sind die bei den Cupolöfen der Topfhütte und dem der Flammofenhütte für das Umschmelzen der quantitativ bedeutenden Abfälle des Betriebes u. s. w. aufkommenden Brennstoffausgaben wesentlich Schuld, und lassen jene als motivirt entschuldigen.

Da das oberschlesische Roheisen überhaupt, besonders aber das — damals mit Staubkohlencokes erblasene Gleiwitzer Roheisen eine gewisse Ueberhitzung erforderte, um rasch und flüssig einzuschmelzen, so erklärt sich der Unterschied, den die Gleiwitzer Resultate damaliger Zeit gegen die Resultate anderer Werke zeigen.

Es ist dieser in der spezifischen Verschiedenheit der Eisensorten begründet, auf die schon im ersten Bande an verschiedenen Stellen aufmerksam gemacht worden ist. Selbst bei der Verwendung vorzugsweise grau er-

blasener Marken des oberschlesischen Reviers (Hubertushütte — Eintrachtshütte — Tarnowitzer Hütte) zeigt sich stets das Bestreben des Eisens, hart zu werden, und theils matte und unvollständige, theils äusserlich unsaubere Güsse zu ergeben.

Es ist hier von Interesse, das Urtheil eines bedeutenden Breslauer Giessereibesitzers anzuführen, welcher behauptete, dass aus oberschlesischem Eisen allein sich weder hinreichend saubere, noch hinreichend starke Güsse erzielen liessen, und dass die oberschlesischen Giessereien, so lange sie sich speciell nur mit ihrem eigenen Giessereiroheisen abgäben, niemals mit anderen deutschen Werken zu concurriren vermöchten.

§. 40. Die Resultate des Gleiwitzer Cupolofenbetriebes überhaupt lassen sich am besten übersehen durch eine Zusammenstellung der ältesten und neuesten Betriebsresultate.

In den von Wachler herausgegebenen oberschlesischen Heften finden sich interessante Nachrichten bis zum Jahre 1847, denen die folgenden Daten über den Ofenbetrieb in Gleiwitz entlehnt sind, während für die neuere Zeit die amtlichen Angaben der preussischen Zeitschrift benutzt wurden.

In den Jahren:

1797 erforderten 100 Ctr. Roheisen 29,4 Tonnen Cokes und gaben 93,6 Ctr. Guss.

1802 erforderten 100 Ctr. Roheisen 29,4 Tonnen Cokes und gaben 93 Ctr. Guss.

1807 erforderten 100 Ctr. Roheisen 31,4 Tonnen Cokes und gaben 93,3 Ctr. Guss.

1812 erforderten 100 Ctr. Roheisen 27,8 Tonnen Cokes und gaben 94,1 Ctr. Guss.

1817 erforderten 100 Ctr. Roheisen 26,6 Tonnen Cokes und gaben 93,0 Ctr. Guss.

1822 erforderten 100 Ctr. Roheisen 27,2 Tonnen Cokes und gaben 93,0 Ctr. Guss.

1827 erforderten 100 Ctr. Roheisen 23,4 Tonnen Cokes und gaben 93,5 Ctr. Guss.

1832 erforderten 100 Ctr. Roheisen 20,63 Tonnen Cokes und gaben 93,0 Ctr. Guss.

1837 erforderten 100 Ctr. Roheisen 9,00 Tonnen Cokes und gaben 93,0 Ctr. Guss.
1842 erforderten 100 Ctr. Roheisen 9,44 Tonnen Cokes und gaben 93,0 Ctr. Guss.
1847 erforderten 100 Ctr. Roheisen 10,40 Tonnen Cokes und gaben 93,0 Ctr. Guss.
1852 erforderten 100 Ctr. Roheisen 11,53 Tonnen Cokes und gaben 93,0 Ctr. Guss.
1857 erforderten 100 Ctr. Roheisen 12,17 Tonnen Cokes und gaben 93,0 Ctr. Guss.
1862 erforderten 100 Ctr. Roheisen 18,77 Tonnen Cokes und gaben 88,5 Ctr. Guss.
1863 erforderten 100 Ctr. Roheisen 20,00 Tonnen Cokes und gaben 87,7 Ctr. Guss.

Diese Zusammenstellung zeigt eigenthümliche Wandlungen in den Gleiwitzer Betriebsverhältnissen.

Zunächst ist in Betreff des Brennstoffverbrauches eine durch die Einführung des erhitzten Windes 1837 bewirkte plötzliche Verminderung bemerkbar, die sich aber nach und nach verliert, um in den letzten Jahren einer in der Verschlechterung der Cokes begründeten Zunahme Platz zu machen.

Unter den Ziffern des Gussausbringens figurirt bis in die neueste Zeit herab die Zahl 93 mit wunderbar erscheinender Beständigkeit; dieses hat seinen Grund in dem Fehlen der vor 1862 gänzlich abhandenen Primanotiz bei den sämmtlichen Schmelzöfen der Giesserei, deren Oekonomie einfach nach folgender Vorschrift berechnet (!) wurde.

Die Tafeln der Hütte ergaben eine gewisse Anzahl Gichten mit einem durchschnittlich als feststehend angesehenen Satz von $2^1/_2$ Ctr. — woraus man ohne weitere Correktion den Totalverbrauch an Roheisen berechnete. Diese Grösse mit $^{93}/_{100}$ multiplizirt (ein Abbrand von 7 Proc. war feststehende Annahme der Betriebsführer geworden), ergab das Quantum an flüssig gemachtem Gusseisen, das natürlicherweise niemals mit den Gusswaaren auch nur annähernd stimmen konnte. Die Differenz des flüssigen Gusses und der produzirten Gusswaarenmenge betrachtete man einfach als Bruch-

eisen und Eingüsse, welche pro forma der Materialverwaltung überwiesen und von dieser in den Büchern sofort wieder auf das Giessereiconto übertragen wurden.

Im Jahre 1862 fand, theilweise unter Mitwirkung des Verfassers, die erste rationelle Notizführung bei den Oefen nach einem vom damaligen Pächter oder Privatverwalter angegebenen, später mitzutheilenden Schema statt, das mit unwesentlichen Veränderungen wohl noch beibehalten ist.

§. 41. Aehnlich complizirte Verhältnisse, wie auf der Gleiwitzer Hütte, finden bei den älteren Cupolöfen der Königin Marienhütte bei Zwickau statt, deren Bau und Einrichtung uns bereits im ersten Bande beschäftigte.

Das Material der dortigen Fabrikation ist, den verschiedenen Zwecken des Betriebes entsprechend, ein ungemein reichgegliedertes; ausser ausländischem, namentlich schottischem und englischem Eisen, dessen Eigenschaften bereits früher erwähnt worden sind, wird deutsches Roheisen in vorwiegender Menge gebraucht, und auch ein namhaftes Quantum angekauften Altgusseisens verwerthet.

Während das schottische und englische Eisen vorherrscht, wenn es sich um Darstellung von Currentguss und kaufmännischen Artikeln handelt, verwendet man die deutschen Roheisenmarken und das bessere Maschinenbrucheisen zur Fabrikation von Maschinenguss und eigenem Bedarf (z. B. zu den in grösserer Menge dargestellten Walzen).

Das Roheisen von Mathildenhütte, durch einen geringen Phosphorgehalt dünnflüssig gemacht, ist geeignet, das schottische Roheisen in allen seinen currenten Verwendungen zu ersetzen, und hat vor demselben noch die Eigenheit voraus, ein sehr geringes Schwindmaass zu besitzen, erstarrt auch rasch und ohne sich zu verziehen oder zu saugen. Das ebenfalls verwendete Cokesroheisen von Phoenix zu Kupferdreh, aus der dort üblichen Blackbandmischung für graues Roheisen erblasen, ist dagegen

heisserer Natur und verlangt eine schärfere Hitze im Cupolofen, um giessbar zu werden; auch ist es weniger fest und wird leichter hart, wie es in der Regel mit allem aus nicht sehr reinen, dabei wenig strengflüssigen Erzen erblasenen grauen Roheisen der Fall ist.

Dieses Eisen, wie auch das zeitweise beschaffte oberschlesische Cokesroheisen (Eintrachthütte u. a. Marken) sollte dazu dienen, für gewisse Artikel den Bezug schottischen Eisens zu ersetzen, zeigte sich aber nicht immer dazu geeignet, — eine Erfahrung, die auch andere Werke gemacht haben.

Besonders geeignet zu starken und festen Maschinentheilen war das früher bei Holzkohlen zu Rothehütte im Harz erblasene Roheisen aus den Elbingeröder u. a. Eisensteinen des dortigen Gebirges. Seit in neuester Zeit die Rentabilität des Werksbetriebes daselbst sich als nicht möglich erwies und man den Betrieb zum Theil einstellte, ist der Bezug kein sicherer mehr, und man musste sich in Cainsdorf nach anderen Materialien ähnlicher Art umsehen. Das Roheisen von Weyerhammer in Bayern (Oberpfalz) bot eine Zeit lang die namentlich für den Walzenguss erforderlichen Garantien — obwohl man schliesslich auch hier des sichern gleichmässigen Bezuges ermangelte und Abstand nehmen musste, den Betrieb darauf zu basiren.

Erzgebirgisches Roheisen war zu selten und zu theuer, um daraus Gusswaaren zweiter Schmelzung darzustellen; es erschien rationeller, den Hochöfen selbst die Anfertigung von Gusswaaren zu überlassen (z. B. Erla und Schönheyde).

§. 42. Die Beschickungsverhältnisse der Oefen sind verschieden nach der Grösse derselben — sie weichen von denen anderer Giessereien hauptsächlich im Punkte der Brennstoffquantität ab, welche ihrerseits von dem ungewöhnlich geringen Gewichte der Zwickauer Cokes abhängt.

Ein sächsischer Scheffel (1,88912 pr. Scheffel) wiegt nur circa 75 Pfd., so dass das Gewicht des preuss. Scheffels (um den Vergleich mit anderen Kohlen leich-

ter anstellen zu können) 75 . 0,52935 = 39,60125 beträgt, während dasselbe Maass westfälischer bester Cokes 50, oberschlesischer Cokes sogar 52—53 Pfd. wiegt. Nach vergleichenden Versuchen, die 1867 mit englischen und Zwickauer Cokes auf der Hütte angestellt wurden, leisten 1 Pfd. englische Cokes im Cupolofen dasselbe wie 1,9 Pfd. Zwickauer Cokes.

Die Betriebsverhältnisse der einzelnen Oefen sind ungefähr die Folgenden:

In dem grössten Ofen von $4^1/_2$ Fuss Schachtweite setzt man auf eine Cokesgicht von 2 Scheffeln = 150 Pfd. ca. 9—10 Ctr. Eisen, im regelmässigen und energischen Betriebe, der 60 Ctr. Eisen pro Stunde liefert; gesammelt werden können ca. 70 Ctr., also ein im Verhältniss zu der Ofengrösse nur geringes Quantum.

Der nächstgrösste Ofen von $2^5/_6$ F. Schachtweite erhält Cokesgichten von $1^1/_3$ Scheffel = ca. 90 Pfd. und Eisengichten von 5—6 Ctr.; er fasst ca. 35 Ctr. und kann pro Stunde 40 Ctr. liefern.

Der kleinste Cupolofen des Werkes wird mit Cokesgichten von $^1/_3$ Scheffel oder 25 Pfd. etwa betrieben, welche Eisengichten von durchschnittlich 125 Pfd. tragen.

Während hierbei die Fassung nur $2^1/_2$ Ctr. beträgt, kann man pro Stunde an 8 Ctr. durchsetzen.

Als Resultate des gesammten älteren Betriebes mit dortigen Cokes ergaben sich im Jahre 1868 zunächst ein Abbrand von $5^1/_2$ Prc. und ein Cokesverbrauch pro Ctr. Guss von 40 Pfd.; die ungewöhnliche Höhe des letztern rührt von dem hohen Aschengehalte einerseits und dem eine energische Schmelzung verbietenden geringen Gewichte der Cokes her.

Seit der Bezug westfälischer Cokes durch Einführung neuerer Durchgangstarife in entferntere Consumtionsdistrikte möglich geworden ist, hat man angefangen, solche erst versuchsweise, dann mehr und mehr definitiv zu verwenden, und stellten sich bei dem besten der alten Oefen des Werkes folgende Resultate heraus:

	bei Zwickauer Cokes	bei westfälischen Cokes
Zum Anwärmen	16 Ctr.	17 Ctr.
Eine Gicht Cokes wiegt	160 Pfd.	115 Pfd.
Eine Eisengicht wiegt	10 Ctr.	12 Ctr.
Cokesverbrennung pro Ctr. durchschn. incl. Wärmen	24 Pfd.	18 Pfd.
excl. Wärmen	16 Pfd.	9,6 Pfd.

Die westfälischen Cokes stammten aus der Cokesbrennerei von Stutz & Isert in Marten bei Dortmund und waren in Appold'schen Oefen dargestellt.

§. 43. An diese Betriebsnotizen der hauptsächlichsten Giesserei in Sachsen lassen sich füglich noch einige Angaben über die Grundlagen, Ziele und den Gang des Betriebes einiger anderer Werkstätten desselben Landes anschliessen.

Die Stadt Chemnitz, das sächsische Birmingham, zählt unter ihren Fabriken eine namhafte Zahl theils selbständiger, theils in Verbindung mit Maschinenwerkstätten arbeitender Eisengiessereien, über deren Betrieb ausser einigen vom Verfasser s. Z. mitgetheilten Notizen*) wenig bekannt geworden ist.

Die Kunstgiesserei von Hessler in Chemnitz, deren Leistungen sich beiläufig erheblich verbessert haben, wie aus der Wittenberger Ausstellung hervorging**), verarbeitet meistens brittisches Roheisen von verschiedenen Marken, Langloan I., Govan und Coltness in Schottland, Clarence in England, benutzt aber auch inländisches Bruch- und Altgusseisen in bedeutenderer Menge.

Zu den Baugusswaaren nimmt man vorherrschend Langloan und Govan, letzteres meist nur als nothdürftigen Ersatz des ersten, das wegen der starken Nachfrage nicht immer zu haben ist.***)

*) Berg- und hüttenmänn. Zeitg. 1869. Der Giessereibetrieb auf der Ausstellung zu Chemnitz, nach Reisenotizen bearbeitet. S. 266. 286. 287.

**) Vergl. Berggeist 1869.

***) Im Augenblicke, wo diese Zeilen niedergeschrieben wur-

Die Weichheit des Gusses bei hinreichender Festigkeit für leichtere Baugussarbeit lassen diese beiden Sorten allen anderen vorziehen; für Sachen von ungünstiger Eisenvertheilung, welche dem Schwinden ausgesetzt sind, nimmt man indess lieber Coltness, ein eben so graues Eisen wie jene, aber von grösserer Flüssigkeit und von rascherer Erstarrungsfähigkeit. Es braucht in Folge dessen nicht so heiss eingeschmolzen zu werden, und schwindet nicht so ungleich in verschiedenen Massenverhältnissen. Bei schwer ornamentirten Gegenständen, wo es nicht immer möglich ist, die künstlerische Form gänzlich unter die technisch vortheilhafteste zu beugen, und wo andererseits eine grosse Haltbarkeit nicht verlangt wird — lässt sich Coltness sehr gut verwenden.

Das Roheisen von Clarence ist dicht und geneigt, hart zu werden; dagegen zeichnet es sich durch Dünnflüssigkeit und Reinheit des Gusses aus, so dass man für feine Kunstsachen und solche Dinge, welche später getempert werden sollen, kein besseres Material unter den englischen Marken wählen kann.

Der Satz des Cupolofens beträgt, der Kleinheit des Apparates entsprechend, durchschnittlich 2 Ctr. pro $^1/_2$ sächsischen Scheffel englische oder westfälische Cokes, und es werden täglich ca. 30—40 Ctr. durchgesetzt. Ueber das Ausbringen konnten keine Daten erlangt werden, doch ist anzunehmen, dass sich Abbrand und Cokesverbrauch ähnlich verhalten, wie bei den kleineren Berliner Oefen.

§. 44. Unter den mit Maschinenfabriken verbundenen Eisengiessereien sind besonders die von Johann Zimmermann und von Richard Hartmann (jetzt Eigenthum der neuen Aktiengesellschaft gleichen Na-

den, ist in Folge des strengen Frühjahrs einerseits und der bevorstehenden Zollermässigung andererseits das gute schottische Roheisen in Norddeutschland so knapp geworden, dass die Verwaltung des Borsig'schen Etablissements für die Giessereien zu Berlin und Moabit an 60,000 Ctr. bestellt und dadurch wesentlich zum Anspannen der Preise beigetragen hat.

mens) zu erwähnen, weil sie die einzigen sind, deren Betrieb grössere Dimensionen annimmt.

Die Fabrik von Zimmermann, vorzugsweise mit der Anfertigung von Werkzeugmaschinen zur Holzbearbeitung beschäftigt, welche Forceartikel des Etablissements bilden, verarbeitet Gartsherrie-Roheisen neben eigenem Bruch und gekauftem Altgusseisen von verlässlicher Herkunft.

Das Gartsherrieeisen, oftmals noch graphitreicher als Langloan Nr. I., hat einen etwas lebhafteren Glanz und einen weniger mürben Bruch; es besitzt die Neigung, dichten Guss zu liefern, sobald es nicht zu hitzig eingeschmolzen wird. Um dieses ohne Nachtheil für die Giessbarkeit res. Bearbeitbarkeit einerseits, und für die Reinheit resp. Festigkeit andererseits zu bewirken, wird das Eisen in 3 Cupolöfen von cylindrischer Form und 30—36 Zoll Weite eingeschmolzen, deren Höhe nur 8 Fuss beträgt, die aber den kalten Wind aus jederseits drei übereinanderliegenden reichlich weiten Düsen empfangen.*)

Zum Umschmelzen bedient man sich der besten englischen Cokes, und setzt $2^1/_2$—3 Ctr. Roheisen auf eine Cokesgicht von $^1/_2$ Scheffel, wobei man die Vorsicht beobachtet, mit dem Roheisenzusatz nie unter ein gewisses Minimum von $1^1/_2$—2 Ctr. herabzugehen.

Die vorherrschende Anwendung übertrockneter Masseformen ermöglicht das Giessen des Eisens bei verhältnissmässig niedriger Temperatur und erfordert keinerlei Ueberhitzung des Gusses.

Weniger sorgfältig, weil umfangreicher und vielgliedriger, gestaltete sich der Giessereibetrieb in der Hartmann'schen Fabrik, obwohl hervorragende Leistungen vorkommen, welche indess mehr in der Praxis verschiedener Formmethoden als in der eigentlichen Schmelzerei ihren Grund finden.

Die Materialien des Betriebes sind ausser Langloan

*) Vergl. den im ersten Bande S. 322 beschriebenen Düsenapparat.

Gartsherrie, Coltness, in geringerem Maasse nassauisches und hannöver'sches Roheisen von hartem und festem Charakter aber schwieriger Behandlung, sowohl bei der Umschmelzung für sich als auch bei der Legirung mit anderen Sorten; die Cokes sind theils englische, theils westfälische, während man, besonders bei dem 5 Fuss weiten grössten Ofen sich der Zwickauer Cokes zum Füllen bedient.

Der Gichtenansatz und die Beschickungsverhältnisse sind sehr variabel, und richten sich nach dem augenblicklichen Bedarfe des Betriebes; augenscheinlich aber ist die Produktion an Tümpel- und Eingusseisen bedeutender als bei Zimmermann, und in Folge dessen werden sich auch die Abbrandverhältnisse nicht so günstig darstellen.

§. 45. In ähnlicher Lage wie die Chemnitzer Giessereien befindet sich das bekannte Gusswerk zu Lauchhammer bei Mückenberg in Betreff des Materialienbezuges zum Cupolofenbetrieb, obwohl das eigene Roheisen ebenfalls einen Bestandtheil der Gichten ausmacht.

Das Roheisen von Lauchhammer, dessen Darstellung mit besonderer Rücksicht auf den Giessereibetrieb geleitet wird, bildet den Typus der besseren aus Rasenerzen erblasenen Roheisensorten Norddeutschlands. Die hierzu verwendeten Erze bestehen der Mehrheit nach aus den verschiedenartigsten Förderungen der Umgegend; die grossen Differenzen der Eigenschaften, Reduktibilität und Schmelzbarkeit, Eisen-, Silicium- und Phosphorgehalt lassen es räthlich erscheinen, nie eine Sorte für sich oder vorherrschend zu verarbeiten, sondern die Möllerung aus allen auf dem Werke vorräthigen, auf dem Erzplatze gesonderten Lieferungen der Gräbereien möglichst gleichartig zusammenzusetzen.

Man kann nämlich ganz gut annehmen, dass ein solcher Durchschnitt vieler ein und derselben Formation angehörender, wenn auch unter sich verschiedener Erzvorkommnisse im Laufe der Zeit weniger Abweichungen im metallurgischen Verhalten bieten dürfte, als ein Möller, in welchem auf Grund oberflächlicher,

also ungenügender Schätzung, einmal die eine, dann die andere Erzsorte vorherrscht.

Zur Correktion der Beschickung werden Brauneisensteine der Urkalkformation von Meissen hinzugesetzt und als Zuschlag theils körniger Kalk von Miltitz bei Meissen, theils ein etwas dolomitischer jüngerer Kalk aus derselben Gegend angewendet.

Nach einer Notiz aus dem Jahre 1867 bestand der Möller beispielsweise aus

8	Karren	Torgauer	Rasenerzen,	4 Karren Burkhardswalder Brauneisenstein und 7 Karren Kalkstein (halb dolomitischer, halb reiner Urkalk).
24	„	Liebenwerdaer		
8	„	Bomsdorfer		
6	„	Naundorfer		
4	„	Boenitzer		
4	„	Schildaer		
2	„	Arnsdorfer		

Sowohl die Burkhardswalder Erze als auch die dolomitischen Kalke machen die Beschickung strengflüssiger und die Erzeugung eines dichten grauen Roheisens leichter erreichbar. Trotzdem bildet sich bei der geringsten Betriebsstörung ein zum Giessereibetriebe unbrauchbares splitteriges weisses Roheisen, welches zurückgelegt wird und anderweitig verwerthet, d. h. auf die Hämmer der Nachbarschaft zur Stabeisenerzeugung versandt wird. Interessant ist das Durchsetzen von schottischem Roheisen im Hochofen, das zur Anreicherung und zur Verbesserung des Satzes zuweilen bis zu $^1/_2$ Ctr. pro Gicht aufgegeben wird.

Das gute Gussroheisen des Lauchhammer'schen Hochofens wird zum grössten Theile direkt vergossen und zeigt in der Gusswaare wie in den Gänzen ein feinkörniges gleichmässiges Gefüge, lichtgraue Farbe und alle Zeichen raschen Festwerdens bei genügender Dünnflüssigkeit.

§. 46. Ausser dem eigenen Roheisen, dem sich ein bestimmter Zusatz von Wascheisen, Emaillirausschuss, sowie das eigene Bruch- und Eingusseisen zugesellt, wird noch etwas Langloan Nr. I., Carron u. a. britische Marken von grobem grauen Korn zugesetzt.

Für starken Guss, wie ihn die mit dem Werk verbundene Maschinenwerkstatt zeitweilig verlangt, wandte man auch feinkörniges Harzer Roheisen, namentlich das von Rothehütte an, dass sich eben so ausgezeichnet giesst, wie das dünnflüssige Rasenerzeisen, dabei aber eine weit bedeutendere Festigkeit besitzt und, mit britischem Eisen legirt, guten Maschinenguss liefert. Für die eigentliche Specialität Lauchhammers, den verzierten Guss, bleibt indess das eigene Roheisen stets das wichtigste Hauptmaterial, dem nur so viel grobkörniges Giessereiroheisen zugesetzt wird, als erforderlich ist, um den Guss grau zu erhalten.

Der Cupolofen, von einfachem fast cylindrischem Profil und 2—$2^1/_2$ Fuss Weite, wird mit kaltem Wind von schwacher Pressung (8—18 Linien Quecksilber) oder $9^1/_2$—12 Zoll Wasser im Maschinenhause) betrieben und zunächst am Anfang jeder Schicht mit 12 Gichten à $^1/_2$ Scheffel Zwickauer Cokes gefüllt und angesteckt. Bei vollständigem Brand wird mit einem Eisensatz von 2 Ctr. auf $^1/_4$ Scheffel englische schwere Cokes begonnen und angeblasen, dieses Eisenquantum indessen nicht wesentlich, sondern nur bis $2^1/_2$ Ctr. gesteigert, um stets ein möglichst gleichartiges Produkt zu bekommen. Die Füllgichten und die während der Mittagspausen u. s. w. gesetzten leeren Gichten nicht gerechnet, kommen täglich etwa 70—80 Gichten zur Aufgabe, wobei das Schmelzen den ganzen Tag fortgeht und selten unter 10 Stunden anhält.

Die Gichten bestehen zunächst aus eigenem Ganzroheisen, falls Solches vorhanden ist, dann aus Bruch- und Eingusseisen vom eigenen Betriebe, dem zur Correktion noch britisches Eisen nach Maassgabe der Bestimmung zugesetzt wird.

Während z. B. die Gicht für Currentguss, Poterie und Oefen aus

$^3/_4$ Ctr. britischem Roheisen,
$1^1/_2$ Ctr. eigenem Roheisen, Bruch und Eingüssen,
$^1/_4$ Ctr. Emaillirausschuss besteht, setzt man für Maschinen-, Lehm- und Masseguss, sowie zum Kunstguss

$1^1/_4$ Ctr. britisches Roheisen, und
$1^1/_4$ Ctr. eigenes Material, ohne Zusatz von Emaillirausschuss, der wegen anhaftender Grundmasse geeignet ist, den Satz zu verunreinigen.

An Flussmitteln kommt nach je acht Gichten 1 Metze Miltitzer Urkalk in feingepochtem Zustande, den man durch Absieben von dem zu dem Hochofen gelangenden gröberen Bruch trennt. Dieses Verhältniss ist indessen viel zu klein, wenn man die Menge des auf ca. 50—60,000 Ctr. bei 300 Arbeitstagen à 80 Gichten sich berechnenden Bruchs und der Eingüsse bedenkt, die, wenn auch möglichst gereinigt, dennoch viel Sand auf der Oberfläche enthalten, der die Arbeit schmierig macht. Die Ofenschlacke ist in der That sehr zäh und unbildsam.

§. 47. Der Giessereibetrieb auf den Hütten des Harzes bedient sich des Cupolofens in nicht so hervorragender Weise wie die bis jetzt angeführten und die zum Theil noch zu erwähnenden Werke.

Alle durch Leistungen auf diesem Gebiete ausgezeichneten Anstalten, die anhaltinischen, die ehemals braunschweig'schen und die ehemals hannöver'schen Staatshüttenwerke, sowie einige wichtigere Privat-Etablissements haben eigenen Hochofenbetrieb und fabriziren erst in zweiter Linie Güsse zweiter Schmelzung.

Die bedeutendsten Werke sind Rothehütte und Ilsenburg, denen sich Königshütte bei Lauterberg und die Werke zu Rübeland und Mägdesprung anschliessen. Das Material der Roheisenerzeugung ist wesentlich dasselbe für alle genannten Anstalten; eine grosse Sortenreihe von Eisenerzen des Harzes steht fast Allen zu Gebote, doch sind vorzugsweise günstig nur Rothehütte, Ilsenburg und Rübeland gelegen, die sich an das Elbingeroder Erzrevier direkt anschliessen.

Der Hochofenbetrieb wird überall vorherrschend auf direkten Guss geführt, und bei mässig erhitztem, oft auch bei vollständig kaltem Winde ein feinkörniges, weiches, graues Eisen erzeugt, das die Eigen-

schaft besitzt, die Formen gut zu füllen und sich leicht zu vergiessen.

Der Cupolofenbetrieb wurde früher nur als Ersatz des zeitweise kaltliegenden Hochofenbetriebes und dann vorherrschend mit Holzkohlen geführt, wofür die von Kerl gemachten Angaben*) in Betreff der Cupolöfen zu Königshütte und Lerbach interessante Aufschlüsse gewähren. Die Königshütte bei Lauterberg verarbeitet 2—4 Zoll grosse Stücke von Würfeleisen, Ausschusseisen und Abfall der Förmerei, Granulir- und Scherbeneisen, Bohr- und Drehspäne von Roh- und Stabeisen, und es besteht die Eisengicht aus 80 Pfd. ($^2/_3$ Roheisen und $^1/_3$ altem Eisen). Die Buchenkohlengicht misst 2 Kubikfuss und wiegt 20 (d. h. genauer 19—21 Pfd.), so dass also auf 100 Pfd. Einsätze 25 Pfd. Kohlen excl. des Füllens kämen. Die Form hat $2^1/_4$ Zoll, die Düsen $2^3/_8$ Zoll Durchmesser; die Pressung schwankt zwischen 15—24 Linien Quecksilber und die Windtemperatur zwischen 125° und 250°, wobei die Windmenge ca. 350 Kubikfuss pro Minute ausmacht.

In 12 Stunden gelangen 70—80 Gichten in den Ofen, und es beträgt der Schmelzverlust auf 100 Pfd. Einsatz nur 2,66 Pfd., auf 100 Pfd. Gusswaaren dagegen 5,01 Pfd.

Auf Lerbacher Hütte sind die Verhältnisse nahezu dieselben, und auch da tritt der Cupolofen gegen den Hochofenbetrieb immer zurück. Erst in neuester Zeit hat mit der Vermehrung der Concurrenz und der Veränderung aller Communikationsverhältnisse der Cupolofenbetrieb etwas mehr Wichtigkeit gewonnen; trotzdem treten seine Resultate auch in den letzten Jahren noch sehr gegen die Thätigkeit der Hochöfen zurück, und nur da, wo Maschinenbau oder Maschinenguss betrieben wird, zwingt das vielseitigere Programm die Werke zur Anwendung und zweckmässigen Ausbildung des Cupolofenbetriebes.

*) Metallurgische Hüttenkunde. 2. Aufl. Bd. III. S. 368.

In Ilsenburg z. B., wo Hochofenbetrieb von jeher vorhanden war, verhalten sich durchschnittlich die Mengen der Gusswaaren erster und zweiter Schmelzung wie 2 : 1 oder im besten Falle 1 : 1; trotzdem wird in allen Fällen besonderer Ansprüche vorwiegend an den Hochofen recurrirt, und nur in Bezug auf Massenfabrikation ohne Qualitätsrücksichten findet vorherrschend Cupolofenbetrieb statt.

Noch mehr tritt bei den im Inneren des Harzes gelegenen Werken, also bei Rothehütte, Rübeland und Mägdesprung der Cupolofenbetrieb zurück, der nur dann vorwiegend Platz greift, wenn ein Kaltlager der Hochöfen eintritt.

Der Holzkohlencupolofen zu Rübeland war 1870 noch zeitweilig im Betriebe und namentlich dazu bestimmt, das für direkten Guss zu gaare graue Roheisen, das leicht schaumig wird, umzuschmelzen und in passende Verfassung zu bringen.

In seiner jetzigen Zustellung hat der Ofen eine Höhe von 16 Fuss, eine Gichtweite von 15 Zoll, eine Kohlensackweite von 24 Zoll, 4 Fuss über der Gestellsohle, und eine Gestellweite von 15 Zoll; er wird mit einer Form betrieben und giebt täglich 80—100 Ctr. Eisen, das successive in kleinen Abstichen entnommen wird. Der Wind muss stark gepresst sein, um die nöthige Intensität der Wärme hervorzubringen, wie sie das umzuschmelzende Material verlangt, und es wird deshalb die Kohlengicht auch halb aus buchenen, halb aus fichtenen Kohlen dargestellt.

Der Kohlenverbrand beziffert sich auf 50—250 Pfd. pro 100 Pfd. Guss — womit allerdings die äussersten Grenzen angegeben sind. Gewöhnlich hält sich der Verbrauch zwischen 50—80 Pfd. pro 100 Pfd. Guss und der Abbrand an Eisen auf 4—5 Prc.

§. 48. Der Cupolofenbetrieb mit Cokes auf der Rothehütte ist erst im Laufe der letzten Monate 1870 in das Leben gerufen worden und hat, im Verhältniss zu den lokalen Ansprüchen und den gegebenen Conjunkturen sehr befriedigende Resultate

gegeben. Um so mehr ist dieses anzuerkennen, als die bei hoher Hitze in engen Gestellen erblasenen grauen und weichen Roheisensorten des Harzes beim Umschmelzen mit Cokes leicht ihre besten Qualitäten verlieren, und harte nicht brauchbare Gusswaaren liefern.

In dem ca. 8 Fuss hohen und $1\frac{1}{2}$ Fuss weiten Ofen, dessen Futter aus den Trümmern von bereits im Feuer gewesenen Gestellsteinen besteht und sich durch grosse Haltbarkeit bis jetzt auszeichnet, wurden bei erwärmtem Winde in einem der letzten Monate
1289 Centner Roheisen verschmolzen und daraus
1220 Centner Gusswaaren von einem durchschnittlichen Stückgewicht von 6—8 Pfd. dargestellt.

Jede Gicht bestand aus 20 Pfd. Cokes und 120—130 Pfd. Roheisen und Bruch aller Art, und es wird dabei den ganzen Tag geschmolzen, um (wegen mangelnden Kasteninventars) keine Zeitverluste durch Verzögerung des Abgiessens eintreten zu lassen. Die stündliche Leistung beträgt nicht mehr als 5—6 Ctr., und wird durch Aufgabe und Windführung regulirt.

Die Haushaltsberechnung ergab für dieselbe Zeit, welcher die obigen Zahlen gelten, einen Abbrand von 5—6 Prc., einige Male durch genaue Wägungen festgestellt und seither berechnet und einen Brennstoffverbrauch von 30,43 Pfd. pro 100 Pfd. Gusswaaren — wobei
1,40 Pfd. Holzkohlen und
2,38 Pfd. Cokes zum Anwärmen und Füllen eingeschlossen sind.

Das Roheisen, wie es aus dem Ofen kommt, zeichnet sich durch eine eigenthümliche repulsive Tendenz in seinen Bewegungen aus und nähert sich den Flussformen des reinen Quecksilbers, insofern z. B. beim Guss der Herdplatten sich nach Füllen der Form oftmals Lücken in der Mitte zeigen, die durch Hin- und Herziehen der Oberfläche sich endlich schliessen. Es expandirt ziemlich stark, nachdem es einige Zeit sich saugend verhalten und füllt die fein-

sten Gussformen scharf aus, ohne im Geringsten hart zu werden.

Das Spiel besteht in einigen geraden Linien, die in weiten Zwischenräumen sich verschieben und schneiden, nach dem Erkalten übrigens leicht zu erkennen sind. Der äussere Charakter im Bruch ist der eines feinkörnigen graphitischen Roheisens mit hohem Siliciumgehalt, der vielleicht mechanisch ausgeschieden sein dürfte und Ursache der Expansion nach bereits beginnender Contraktion ist.

Die Eisengiesserei zu Ilsenburg bedient sich, wie schon angedeutet, vorherrschend des Hochofens, um Gusswaaren darzustellen und verhüttet ein sehr reiches Sortiment von Erzen aus den Revieren des Büchenbergs bei Wernigerode.

Durch langjährige Erfahrung ist es gelungen, den verschiedenen Anforderungen, die im Laufe eines Tages gemacht werden, durch Abweichungen in der Gichtzusammensetzung zu entsprechen, Abweichungen, die von einer Aenderung in der Windführung zeitweilig begleitet sind oder nicht. Solche lokale Eigenthümlichkeiten, die der zeitige Giessereichef, Oberhütteninspektor Schott, mit meisterlicher Virtuosität beherrscht, entziehen sich natürlicherweise der Besprechung und auch der Nachahmung, wofern man nicht gleiche Verhältnisse zur Disposition hat.

Die Umschmelzung tritt erst in neuester Zeit etwas in den Vordergrund, seit neben den verzierten Gusswaaren auch Maschinen- und Handelsguss in grösseren Mengen fabrizirt werden sollen. Die Erweiterung der Giesserei enthält einige Cupolöfen, darunter einen nach Krigar'schem Prinzip mit Vorherd versehenen, der indess nur ein Mal im Feuer gewesen ist, um ein Probeschmelzen abzuhalten.

Da das gute Ilsenburger Eisen einen sehr hohen Schmelzpunkt hat und dieser auch beim Umschmelzen erreicht, wenn nicht übertroffen werden muss, um fehlerlosen Guss zu Stande zu bringen, wird man voraussichtlich keinen Vortheil daraus ziehen, selbstproduzirtes Eisen umzuschmelzen, sondern die Cokes-

cupolöfen dazu benutzen müssen, Altgusseisen und billiges Roheisen von anderen Werken durchzuschmelzen und zu Maschinen- und Currentguss zu vergiessen.

§. 49. Die Werke von Magdeburg und der Umgegend bilden den Uebergang von denen des Harzes zu den neueren Eisengiessereien von Berlin — unter denselben sind vorzugsweise drei von ziemlicher Bedeutung — Tangerhütte bei Vaethen — die Eisengiesserei und Maschinenfabrik von H. Gruson in Buckau bei Magdeburg — und die Aktiengesellschaft für Schiffahrt und Maschinenfabrikation — ebenfalls in Magdeburg (Buckau); — Kleinere Etablissements verwandter Richtung schliessen sich auch in der Technik an die grösseren Werke an.

Die Tangerhütte bei Vaethen ist die bedeutendste Eisengiesserei des Regierungsbezirks und der sächsischen Lande überhaupt; ihre Fabrikation umfasst nicht allein sämmtliche Massenartikel des Giessereibetriebes, sondern hat auch besonders schwunghaft gehende Details und Spezialartikel, die den Ruf des Werkes begründen. Eine sehr thätige Geschäftsführung verbindet sich mit der äussersten Ausnutzung aller Conjunkturen, um der Concurrenz auf allen Punkten die Spitze zu bieten und namentlich in den wohlfeileren Artikeln den Markt zu behaupten.

Es ist weniger die Qualität des Gusses als die zweckmässige Verzierung und ansprechendste Form desselben, welche erstrebt wird, ohne den Luxus und die Vollendung der Lauchhammer'schen Artikel oder gar der Ilsenburger imitirten Waaren erreichen zu wollen. Man sucht eine verhältnissmässig billige Herstellung zu erzielen und beschränkt aus diesem Grunde die Fabrikation auf die verzierten Dinge, deren Massen geeignet sind, den hohen Preis ihrer Verzierung herabzudrücken und die wiederholt gefragt zu werden pflegen. Dazu gehören, abgesehen von dem verzierten Bauguss, die Kandelaber und Arme für Gasbeleuchtung — Brunnenständer, Gartenmöbel, Grabmonumente, Gitter u. s. w. — Dinge, bei denen es auf ein rasches Erstarren — (um das Verziehen zu vermeiden)

— hinlänglich saubere Oberflächen — und mittlere Haltbarkeit ankommt.

Deshalb bedient man sich als Material des Mathildenhütter Eisens — (hat auch wohl für besseren Guss anderes Roheisen vom Harz angekauft z. B. Rothehütte) —, setzt hierzu die gleichen Mengen Coltness sowie eigenes Brucheisen und schmilzt die aus 3 Ctr. bestehende Gicht bei ca. 30 Pfd. Cokes in gewöhnlichen Cupolöfen von 30 Zoll Weite und 9 Fuss Höhe, von denen fünf auf dem Werke vorhanden sind. Da früher auf dem Werke ein Hochofen zur Verhüttung der Rasenerze der Umgegend bestand, disponirt man über die Kräfte eines Cylindergebläses und kann deshalb mit starkem Wechsel arbeiten.

§. 50. Das durch seine Hartgussartikel vorzugsweise berühmte Etablissement von H. Gruson in Buckau-Magdeburg verschmilzt in vielen Cupolöfen, von denen zwei immer im Betriebe stehen, sorgfältig ausgewählte Roheisensorten bei eben so vorsichtig beschafften Cokes, und bedient sich einer höchst einfachen cylindrischen Schachtprofilirung. Die Oefen haben ca. 10 Fuss Höhe bei 2–3 Fuss Durchmesser und eine reichliche Zuführung kalten Windes durch 4 Düsen — wobei eine Ueberhitzung des Eisens und eine Aufnahme schädlicher Bestandtheile nicht eintreten kann.

Zum Hartguss bediente man sich früher ausschliesslich des auf der Teichhütte bei Gittelde am Communionharz erblasenen weissen oder vielmehr halbirten Roheisens, während für den Maschinenguss und die übrigen Artikel des Werkes Mischungen von schottischem und Mathildenhütter Eisen angewendet wurden.

In neuerer Zeit ist viel Roheisen von Rothehütte angekauft und verarbeitet worden, sowie auch halbirtes Roheisen von Georg Marienhütte und von Siegerländer Werken.

Da sich die Fabrikation des Etablissements einerseits in verschiedenen Aufgaben des Hartgusses, deren jede eine andere Auswahl und Behandlung des Materials erfordert, andererseits in verschiedenen Aufgaben des Maschinengusses theilt, so ist die Verwendbarkeit

eines Roheisens für diese Fabrik an bestimmte Eigenschaften gebunden, die durchaus vorhanden sein und demnächst erhalten werden müssen. Bei dem Maschinenguss, also dem Guss von Lafettentheilen u. s. w. bildet das Roheisen von Langloan, mit halbirtem Eisen und Brucheisen gemischt die Grundlage, um eine grobmelirte zähe Beschaffenheit zu erzielen. Bei dem Hartguss wird zunächst eine Probelegirung gemacht, und diese dann nochmals umgeschmolzen, um eine grössere Homogeneïtät zu erzielen. Diese Umschmelzung muss ohne Ueberhitzung geschehen; deshalb sind die Oefen cylindrisch und haben die Düsen in einem Niveau liegen. In welcher Weise die Aufgabe erfolgt, ist nicht bekannt geworden und ebensowenig kennt man die ökonomischen Resultate — auf die es allerdings, bei einem solchen Fabrikationsplan, erst in zweiter Linie ankommt.

Da die Oefen ziemlich reichlich gefüllt und angewärmt werden müssen, ist anzunehmen, dass die Betriebsresultate nicht vortheilhafter sich stellen werden, als auf der Königl. Eisengiesserei zu Berlin. — Der Betrieb der Oefen an sich ist jedenfalls hierbei nicht die Hauptsache, wohl aber die Zusammensetzung der Beschickung und ihre vorgängige Behandlung — die natürlich sehr geheim gehalten wird.

Wie später gezeigt werden soll, muss bei der Darstellung von Hartguss mindestens die Temperatur erreicht werden, welche das Roheisen bei seiner normalen Produktion im Hochofen erhalten hat — dieselbe darf aber auch nicht überschritten werden, um eine Alteration der Roheisenbeschaffenheit z. B. eine vermehrte Graphitausscheidung zu veranlassen.

Man muss deshalb mit veränderlichem Manometerdruck (innerhalb der beim Giessereibetrieb überhaupt üblichen Grenzen) blasen und ebenso den Kohlensatz, sowie die Maasse der Gichten beständig ändern können, um allen den verschiedenen Anforderungen gerecht zu werden.

§. 51. Die Eisengiesserei der Aktiengesellschaft für Elbschiffahrt und Maschinen-

fabrikation, am äussersten Ende von Buckau gelegen, befasst sich hauptsächlich mit der Darstellung von Maschinenguss, zum Theil von enormer Grösse, und besitzt ausreichende Vorrichtungen, die nothwendigen Eisenmassen disponibel zu halten.

Zunächst sind zwei Cupolöfen vorhanden, die ca. 7 Fuss Höhe und 3 Fuss Durchmesser haben, von cylindrischer Zustellung und mit jederseits 2 Formen in verschiedener Höhe versehen, deren Weite gewöhnlich 6 Zoll beträgt.

Ausserdem ist noch für gewisse Fälle ein grösserer Ofen vorhanden, der ca. 5 Fuss weit und 9 Fuss hoch ist; er hat 4 Düsen zu 8 Zoll Weite, und seine Haltungsfähigkeit beträgt 170 Ctr. (80 Ctr. flüssiges und 90 Ctr. schmelzendes Eisen), während die der anderen 50 Ctr. (25 Ctr. flüssiges und 25 Ctr. schmelzendes Eisen) ausmacht.

Die Betriebsresultate der kleineren Oefen sind angeblich die folgenden:

Zum Füllen werden 855 Pfd. westfälische Cokes genommen und pro Gicht ca. 53 Pfd. = 1 Scheffel gesetzt; die Eisengicht beträgt hierbei 300 Pfd. Roheisen (gewöhnlich Coltness, Langloan oder Gartsherrie), 100 Pfd. Eingüsse und 200 Ctr. Altgusseisen, und es werden per Stunde ungefähr 55 Ctr. geschmolzen.

Nimmt man einen durchschnittlichen Durchsatz von 125 Ctr. Roheisen pro Ofen und Tag an, so beträgt der Cokesverbrauch

ohne Füllung	$9^1/_4$	Pfd. pro 100 Pfd. Durchsatz,
mit derselben	15	Pfd. pro 100 Pfd. Durchsatz,
dito	$15^3/_4$	Pfd. pro 100 Pfd. Gusswaaren und Abfälle.

Berechnet man die Produkte als Procente des Durchsatzes, so ergeben sich pro 100 Pfd. Durchsatz:

an Gusswaaren	85 Pfd.
an Eingüssen	10 Pfd.
folglich findet man Abbrand	5 Pfd.
zusammen	100 Pfd.

Zu 100 Pfd. Durchsatz werden ungefähr $^3/_5$ Pfd.

Flussspath geschlagen, den man dem Kalk vorzieht. Die durchschnittliche Windpressung ist $^3/_8$ Zoll Quecksilber = 5 Zoll Wasser, die bei grossen Güssen bis auf $^5/_8$ Zoll = $8^1/_2$ Zoll Wasser steigt, höher aber selten gelangt.

Die Unselbständigkeit der Giesserei in Betreff des Ventilatorenbetriebes ist hauptsächlich Schuld an dieser mangelhaften Pressung, die nur durch sehr gute Cokes ausgeglichen werden kann.

Auch trägt die cylindrische Ofengestalt, die grosse Ofenweite und der Durchmesser der Formen wesentlich dazu bei, die Pressung herabzustimmen.

§. 52. Die Betrachtung der Eisengiessereien zu Magdeburg und Umgegend führt uns von selbst zu denjenigen Berliner Werkstätten zurück, welche sich durch neuere Ofenformen auszeichnen.

In erster Linie sind es die Cupolöfen der Eisengiesserei von Borsig, die unser Interesse bereits früher erregten, welche hier auftreten und ausgezeichnete Resultate liefern.

Wie bereits im ersten Band (S. 396—406) ausgeführt, gehören diese Oefen dem Ireland'schen Prinzip an und sind anfänglich auch von Ireland selbst in Gang gesetzt worden. Der Betrieb weicht in seiner Führung so ausserordentlich von dem der bisher erwähnten Oefen ab, dass es erforderlich erscheint, denselben möglichst genau zu beschreiben.*)

Die beiden Oefen haben die Einrichtung, wie sie die Fig. 3, 4, 5 der Taf. VIII. des I. Bandes nach

*) Gelegentlich einer längeren Arbeit über das Einschmelzen des Roheisens zum Bessemerprozess — Berg- und hüttenm. Zeitung 1869, S. 305 entwickelte bereits der Verfasser nach der Patentbeschreibung Ireland's und den Mittheilungen Mallet's, sowie nach eigenen Wahrnehmungen die Betriebsweise der in Düsseldorf und Hörde angewendeten Oefen, während die Zeitschrift des Vereins d. Ingenieure schon im Frühjahr desselben Jahres eine Mittheilung von Gerhardi über den Betrieb und die Resultate eines Ireland'schen Ofens brachte, die auch hier unten referirt werden soll. Die obigen auf den Betrieb der Borsig'schen Oefen sich beziehenden Mittheilungen sind indess ganz neu und aus bester Quelle.

einer Aufnahme der „Hütte“ vergegenwärtigen; indessen muss bemerkt werden, dass die 4eckigen Formen nicht mehr existiren, wenn sie überhaupt jemals existirt haben. Es ist dieses ein Fehler der Uebertragung auf die Platte jener Tafel, der hier berichtigt werden muss. Die Grösse und die Zustellung der Oefen sind insofern um etwas verschieden, als die Fassung des einen ca. 35 Ctr., die des andern dagegen 45 beträgt — etwas weniger als die von Ireland garantirte Summe und auch weniger als die aus Berechnung des Zustellraums erfolgende Eisenmasse in flüssigem Zustand. Die Betriebsverhältnisse sind aber nahezu dieselben für beide Apparate, höchstens verlangt der grössere Ofen etwas mehr Vorsicht als der kleinere und bessere, d. h. immer gleichgute Brennmaterialien, wenn er regelmässig funktioniren soll. Man füllt beide Oefen mit 14 Scheffel = ca. 700 Pfd. westfälischen Cokes und geht nur bei zweifelhafter Qualität derselben und beim grösseren Ofen bis zu 16 Scheffel oder 800 Pfd. Diese Füllung ist so reichlich, dass sie über die oberste Formenreihe der Oefen ein gut Theil hinauf reicht und unmittelbar eine Eisengicht von 4—600 Pfd. tragen kann.

Man lässt den Ofen bei geöffnetem Stich und Düsen-Visiren, oder bei geschlossenen Schiebern*) ruhig brennen, bis sich die ersten Eisentropfen vor den unteren Formen zeigen; dann schliesst man die Visire und lässt das Gebläse an, indem man einen Druck von 8—12 Zoll Wasser innehält und, der geschlossenen Schieber halber, nur aus den unteren Formen bläst. Zehn Minuten nach dem Anblasen setzt man eine neue Gicht von 100 Pfd. Cokes und 8—900 Pfd. Eisen und bläst so lange in derselben Weise fort, bis sich auch an der oberen Formenreihe die Schmelzung zeigt. Dann zieht man die Schieber theilweise auf, und beginnt mit der oberen Düsenreihe zuerst schwach, dann stärker zu blasen, indem man der Ventilatormaschine mehr Dampf giebt und die Pressung allmälig auf 15 Zoll Wasser

*) Die Schieber verschliessen oder öffnen den Zugang zu der oberen Abtheilung des Windkanals.

steigert. Die nächste Gicht beträgt 1000 Pfd. auf 100 Pfd. Cokes, dann 1200 und endlich 1500 Pfd., womit der Normalsatz erreicht ist, der nun ruhig fortgeführt und nur bei dringender und schwerer Arbeit oder sehr guten Cokes überschritten wird; der Druck erreicht jetzt 18—20 Zoll Wasser und dann setzt man selbst 25 Ctr. auf 1 Ctr. Cokes, nur muss der Ofen gut in Hitze sich befinden und ein grosses Stück zum Abguss kommen.

§. 53. Der Verbrauch an Cokes steigt selten bis zu 15 Pfd. pro 100 Pfd. Gusswaare, sondern beträgt gewöhnlich 10—12 Pfd.; der Abbrand erreicht ebenfalls kein grösseres Maass als $4^1/_2$—5 Prc., wobei allerdings die ausschliessliche Verwendung der einen oder der andern Eisensorte wohl einen Unterschied macht, der indess wenig genug bedeutet.

Der Betrieb des Ireland'schen Ofens, wie er sich in der Borsig'schen Fabrik darstellt, ist ein ungemein einfacher; dennoch erfordert er, sobald mit den Materialien gewechselt werden muss, die grösste Aufmerksamkeit. Eine Steigerung der Temperatur lässt sich nur bei sehr guten Cokes bewirken, während die Zunahme der Windpressung allein dieses nicht möglich macht, sondern zunächst eine grössere Lebhaftigkeit des Gichtenwechsels und eine Steigerung der Produktion — aber auch eine Verminderung der Temperatur im flüssigen Roheisen hervorbringt.

Eins in das Andere gerechnet, erfordert der Ireland'sche Ofen, um gut betrieben werden zu können, die vollständige Disposition über eine unabhängige den Ventilator betreibende besondere Kraft, um den leisesten Aenderungen in der Beschickung und dem Gang des Ofens folgen zu können. Wo dieses nicht der Fall ist, wird man mit dem Betriebe des Ireland'schen Ofens viel Umstände und manche Mühe haben, ehe alle zu ergreifenden Maassregeln zur Erfahrung geworden sind.

Am besten arbeitet der Apparat für grosse und schwere Güsse oder für rasch niederzuschmelzende Chargen, z. B. beim Bessemerbetrieb, wogegen er für kleineren Guss nicht anzurathen ist. Das Material fer-

ner, das sich seinen Eigenthümlichkeiten am ehesten anpasst, ist das gewöhnliche schottische Roheisen, z. B. Langloan, Gartsherrie und Coltness, weil es weniger Hitze erfordert; — alle härteren oder dichteren, sowie alle graphitärmeren Roheisensorten sind geneigt weiss zu werden, wenn nicht durch schwere Brennstoffe und gleichzeitig stärkere Windpressung die Intensität der Wärme im Apparat gesteigert wird. Legirungen lassen sich, im Ireland'schen Ofen wie überall, dann am besten ausführen, wenn die Temperatur des Schmelzens dem strengflüssigsten von den die Legirung zusammensetzenden Roheisen entspricht und wenn vor dem Guss selbst für eine möglichst innige mechanische Beweglichkeit der Metallmassen gesorgt wird.

Auf der Borsig'schen Eisengiesserei wird nicht allein Roheisen zu dünnem leichtem Guss, sondern auch Roheisen zu festem dichtem, so wie zu mehr oder minder hartem Guss, dann zu halbirtem und endlich zu Hartguss in demselben Ireland'schen Ofen eingeschmolzen, wobei allerdings ein möglichst continuirlicher und scharfer Betrieb Bedingung bleibt zur Erreichung jener vortheilhaften Resultate, welche die Einführung des Apparates veranlassten.

Es werden zu dem Behufe ausser dem Roheisen von Langloan und Coltness noch die Marken Mathildenhütte bei Harzburg, Borsigwerk und Hubertushütte in Oberschlesien, Vorwärtshütte in Niederschlesien — Blaenavon in Wales (kalt erblasenes Roheisen von feinkörniger Textur), oberschlesisches Holzkohlenroheisen (Tworog und Miotek) und schwedisches Holzkohlenroheisen (von Finspong so wie von anderen Produktionsorten) beständig oder vorübergehend verarbeitet.

§. 54. Da es von Interesse sein dürfte, die bei Borsig erzielten Resultate mit anderen zu vergleichen, so folgen hierunter in kritischer Besprechung einige anderweitige Resultate Ireland'scher Oefen:

In der Zeitschrift des Vereins d. Ingenieure 1869, S. 273, Heft 4, theilt Gerhardi die Zeichnung eines verbesserten Cupolofens mit, der sich in seiner

seiner eigenen Giesserei auf das Vorzüglichste bewährt habe und giebt zu derselben folgende Erläuterungen:

Die in Rede stehende Art von Schmelzöfen, führt Gerhardi an, sei 1863 in der Borsig'schen Eisengiesserei durch einen Engländer eingeführt worden und fand deshalb schnell Nachahmung, so dass sie sich in fast allen grösseren Maschinenfabriken vorfinden. (?)

Der Werth dieser Oefen stehe in direktem Verhältniss zum Cokespreise, der natürlich wesentlich durch die Lage der Giesserei bedingt ist. Die Anlagekosten derselben seien aber höher als die der Cupolöfen mit geradem ausgestampften Schacht.

Die letzteren (gewöhnlich 28—60 Zoll weit, 732—1570 Mm., nach oben um einige Zoll enger und 6—10 Fuss, 1,88—3,14 M. hoch) haben 3—4 übereinanderliegende Blaselöcher jederseits und erfordern zum Füllen und Anblasen eine Menge Cokes.

Die Weite ist bei dieser Disposition durch den Fassungsraum bedingt, sodass es unmöglich ist, grössere Mengen Eisen mit ebenso geringem Brennstoffaufwand zu sammeln als kleinere.

Gerhardi versuchte einen 28 Zoll = 732 Mm. grossen Ofen oberhalb der beiden höchsten Düsen allmälig auf 15 Zoll = 390 Mm. zusammenzuziehen und nach oben wieder auf 26 Zoll — 680 Mm. zu erweitern.

Die Resultate waren besser, der Schmelzprozess ging rascher und intensiver von Statten, aber das Ausschmelzen der Chamottemasse an der Einschnürung zeigte, dass die grössere Wärmeintensität sich unterhalb des engsten Querschnittes entwickelte und also auf eine Erweiterung des Ofens an dieser Stelle um so mehr hinarbeitete.

Unserer Ansicht nach lag dieser Erscheinung das Verhältniss der Düsen zur Einschnürung zu Grunde; weil die untersten Düsen noch unterhalb derselben lagen, wurde die heisseste Zone an die Kanten der übergekragten Schachtfuttertheile herabgerückt und griff dieselben energisch an.

Die Erfahrungen mit den Cupolofen der Borsig'-

schen Eisengiesserei ergaben in der letzten Zeit eine geringe Erweiterung oberhalb der oberen Rast derselben; daraus geht hervor, dass die intensivste Hitze durch die Schnelligkeit im Aufsteigen des gebildeten Gasstromes stets etwas höher liegt als das Niveau des Luftzutrittes durch die Formen.

§. 55. Der Ofen von Gerhardi (vgl. Taf. I, Fig. 4—11) hat folgende Dimensionen und Details:

a) im Oberschacht oder Wärmschacht 2 Fuss 7 Zoll Weite, 7 Fuss $7^1/_2$ Zoll Höhe (5 Fuss 4 Zoll Schacht, 1 Fuss $10^1/_2$ Zoll Thür, 5 Zoll Zarge);

b) in der Rast 2 Fuss Höhe, 2 Fuss 7 Zoll — $17^1/_2$ Zoll Weite;

c) im Schmelz- oder Düsenschacht 2 Fuss $4^3/_8$ Zoll Höhe, $17^1/_2$ Zoll Weite; es münden darin 4 Formen à 5 Zoll □ und 8 Formen à $2^5/_8$ Zoll □;

d) im Windkasten; derselbe ist ohne Futter von Metall, sondern direkt zwischen Blechmantel und Schacht Ziegelfutter eingebaut — getheilt durch eine Mauerschicht von 1 Stein dick, welche an passender Stelle mit Schiebern versehen ist;

e) im Gestell 2 Fuss 8 Zoll Höhe, 3 Fuss 7 Zoll Weite — oben mit Kreisbogen (aussen von $10^1/_4$ Zoll, innen von 25 Zoll Radius) ausgerundet, wie der Hinton'sche Ofen (Bd. I, Taf. 9, Fig. 1);

f) in der Windleitung 8 Zoll Weite am Ofen — 10 Zoll über der Sohle, besteht aus Asphaltröhren;

g) in der Stichthür $12^1/_2$ Zoll Höhe, 9 Zoll Breite

h) in der Arbeitsthür $19^1/_4$ Zoll Höhe, $16^1/_4$ Zoll Breite

} Beide sind oben mit Kreisbögen geschlossen.

Für grössere Fassungsräume, z. B. von 26—43 Zoll Weite, werden nach Gerhardi's Ansicht die übrigen Dimensionen des Ofens nur wenig anders, da sich nur die Haltungsfähigkeit, nicht die Schmelzzonengrösse ändert.

Der Betrieb wird in folgender Weise geführt:

Ein Schiele'scher Ventilator von 500 Mm. Flügelraddurchmesser macht nominell 3800—4000 Touren, wovon etwa 3 Prc. für Riemengleiten abzuziehen sind,

und giebt am Manometer 15—16 Zoll Wasserdruck, also weniger als der Lloyd'sche Ventilator Borsig's. Die Füllung geschieht bis zur Oberkante der Rast und verbraucht 600 Pfd. Cokes, welche entzündet werden und 4—5 Stunden ordentlich durchbrennen müssen; dann setzt man 500 Pfd. Eisen und weitere 50 Pfd. Cokes abwechselnd bis zur vollständigen Füllung, worauf 2500—3000 Pfd. Eisen darin enthalten sind. Der Ofen bleibt dann 2 Stunden so stehen, und erst wenn die Gicht rothglühend erscheint, setzt man den Ventilator in Betrieb und bläst mit den 4 unteren Düsen. Sinkt flüssiges Eisen herunter, dann öffnet man die Schieber und setzt die 8 oberen Düsen in Thätigkeit; gleichzeitig findet eine Vergrösserung der Eisengicht auf 750—1000 Pfd. statt.

Ein solcher Betrieb ergiebt durchschnittlich 4500—5200 Pfd. Eisen pro Stunde und man verbrennt $13^1/_2$ Pfd. Cokes pro 100 Pfd. Eisen.

Wir können füglich die von Gerhardi geübte Kritik der Hüttenzeichnung (Jahrgang 1867, 23) übergehen, die den Borsig'schen Ofen 24 Zoll weit zeigt, während derselbe angeblich nicht weiter als 18 Zoll gewesen ist, wie Gerhardi selbst gesehen haben will und bestimmt versichert.

Ohne als Motiv eine absichtliche Täuschung voraussetzen zu müssen, kann man die geschehene Erweiterung durch die Erfahrung rechtfertigen, dass der Betrieb eventuell zu flott ging und ein langsamerer Gichtenwechsel erwünscht schien. Die Aufgeber kamen im ersten Fall nicht mit und man bekam bei der geringsten Versäumniss kaltes Eisen in den Herd.

§. 56. An die Erfahrungen, welche Borsig und Gerhardi mit dem Ireland'schen Cupolofen gemacht haben, schliessen sich diejenigen der bereits erwähnten Bessemerwerke an, unter denen das Werk von Hörde die grösste derartige Anlage besitzt.

Diese von Ireland selbst construirten Apparate unterscheiden sich von den bei Borsig etablirten Oefen nur wenig und nur in sofern als der Windkasten aus zwei durch eine Steinschicht getrennten Theilen

besteht, welche aber durch mit Schiebern versehene vertikale Kanäle in gegenseitiger Verbindung stehen.

Die Zustellung erhellt aus der auf Taf. II, Fig. 1, befindlichen Skizze und zeigt den grossen Sammelraum, wie auch die Verhältnisse des Schachtes, wobei noch anzumerken ist, dass die Totalhöhe des Ofens, d. h. die Entfernung von der Schwelle der Gichtenthür bis auf die Oberfläche des Fundaments 15 Fuss beträgt. Die Schmelzzone ist 2 Fuss weit, der Sammelraum $3^1/_2$ Fuss und der Schacht ca. eben so weit. Die Zustellung unterscheidet sich in sofern von den bisher betrachteten Oefen, als die Rast wie auch die Schmelzzone mit Masse ausgefüttert ist, während dahinter wie auch im Schacht und Gestell ein Futter von Stolberger Steinen sich befindet.

Das Fundament ist in den Blechmantel hinein aus fettem Sand gestampft und der Ofen steht sonst nur direkt auf der Steinschwelle, welche diesen Theil der Bessemerhütte durchschneidet.

Der Betrieb selbst verläuft in folgender Weise:

Nachdem der Ofen reparirt und bereit gemacht ist, wird er mit Cokes vollständig gefüllt, wozu in der Regel 12 Körbe, à 65 Pfd., also zusammen 780 Pfd. Cokes erforderlich sind; diese lässt man so weit herunterbrennen, dass sie noch hinreichende Gluth zurücklassen und giebt dann noch 5—6 Körbe, also 325—390 Pfd. auf, die bestimmt sind die erste Eisengicht von 25 Ctr. zu tragen. Der Wind wird bei diesem Verfahren eher angewandt als bei den Giessereiöfen Borsig's und nicht erst nach dem Beginn des eigentlichen Schmelzens. Die Eisengicht von 25 Ctr. deckt man mit $^1/_2$ Korb Kalk = ca. 150 Pfd. und giebt dann zwei Körbe Cokes = 130 Pfd. als reguläre Gicht. Vier solche Gichten à 130 Pfd. Cokes — 2500 Pfd. Eisen — und 100 Pfd. Kalk constituiren das Material einer Charge der Converter und werden in ca. $^3/_4$ — 1 Stunde durchgesetzt.

Die Pausen im Cupolofenbetrieb erfordern jedesmal 5—6 Körbe Cokes, um den Ofen hinlänglich warm zu erhalten.

Rechnet man die Resultate einer Charge aus, so ergeben sich

Anwärmen	12 Körbe Cok.	=	780 Pfd.
Nachfüllen 5—6	„ „	=	350 Pfd.
3 Gichten à 2	„ „	=	390 Pfd.
	Zusammen also		1520 Pfd. Brennstoff auf
4 Eisengichten à 2500 Pfd.		=	10000 Pfd. und
4 Kalksteingicht. à 150 Pfd.		=	600 Pfd.

Es erfordern also 100 Pfd. Durchsatz (einschl. Anwärmen) 15,20 Pfd. Cokes
6,00 Pfd. Kalkstein und ergeben ca. 91—92 Prc. brauchbares Eisen.

Ueberlegt man, dass ein Ofen 30 Chargen aushält und so lange allein in Thätigkeit ist, bis er untauglich und reparaturbedürftig wird, so vertheilen sich die Anwärme-Cokes auf 30 Chargen. Jede Charge hat dann nur noch 26 Pfd. Cokes für diese Funktion zu tragen, so dass sich von diesem Gesichtspunkte der Cokesverbrauch auf

26 Pfd. für Anwärmen,
350 Pfd. für Nachfüllen resp. Pausiren,
390 Pfd. für das eigentliche Schmelzen,

zus. also auf 766 Pfd. stellt und 100 Pfd. Durchsatz demnach nur 7,66 Pfd. Cokes erfordern.

§. 57. An die vorstehenden Angaben über den Betrieb und die Resultate der Ireland'schen Oefen lassen sich die von Ireland selbst gegebenen, durch Mallet (Practical Mech. Journal, III. Série, Bd. 2, S. 229) referirten Vorschriften über den Betrieb seiner Oefen anschliessen, die sich wesentlich auf Folgendes beschränken (vgl. Berg- und hüttenmänn. Zeitung 1869, S. 409 u. ff.) und sich auf die im 1. Bd. beschriebenen und Taf. VII, Fig. 3, 4, 5 und 6 abgebildeten Ofenformen beziehen.

Der kleinere Ofen Nr. 1 muss zunächst bis in die Hälfte der Rast mit Cokes angefüllt und darauf 3 Hände voll Kalkstein gegeben werden; darauf setzt man die Eisengicht in der Art, dass man die Barrenstücke radial legt, so dass die Enden auf die Formen

zuliegen. Den Rest des Querschnitts füllt man mit Brucheisen aus und deckt wieder Cokes darüber. Das Quantum Roheisen in einer Gicht richtet sich nach der Grösse des Totaleinsatzes. Will man einen Guss von 20 Ctr. ausführen, so setzt man 2 Gichten von je 7 Ctr. Ganzeisen und 3 Ctr. Bruch und dazwischen 4 ziemlich gefüllte Kohlenschwingen mit Cokes.

Bei Abstichen von 30—40 Ctr. theilt man die Charge in 3 Gichten ein, setzt aber noch etwas Flusskalk auf die zwischenliegenden Cokesgichten, um eine reinere Arbeit zu haben.

Der mittlere Ofen Nr. 2 wird in der Regel zu Schmelzen von über 80 Ctr. benutzt und man füllt denselben bis ca. 6 Zoll über die untere Rastlinie mit Cokes. Darauf setzt man eine Eisengicht von 15 Ctr. (10 Ctr. Gänze und 5 Ctr. Brucheisen) und darüber $1^1/_2$ Ctr. Cokes. Die zweite Gicht wird in denselben Verhältnissen aufgegeben, die dritte besteht dagegen aus 22 Ctr. Roheisen, die vierte aus 24 Ctr. und die fünfte aus 25 Ctr.; es ist indess empfehlenswerth, bei einem durchschnittlichen Satz von 20 Ctr. Roheisen auf $1^1/_2$ Ctr. Cokes stehen zu bleiben. Die Disposition der Gichten muss dieselbe sein, wie bei den kleinen Oefen, und der Kalkzusatz ist ebenfalls nicht zu vergessen. Man verstärkt denselben auf 4 Hände voll für eine Gicht und trägt Sorge, dass der Schlackenstich sich ca. 3 Z. unter dem Rand der unteren Form befindet.

Die grossen Oefen nach Nr. 3 dienen dazu, Güsse bis zu 12 Tons, also 240 Ctr. zu machen, und man verfährt in solchem Fall bei der Besetzung des Ofens nach Ireland's Vorschriften in folgender Weise:

Der Ofen wird bis auf 8 Zoll über dem unteren Rastrande gefüllt, darauf eine halbe Schwinge Kalk gegeben und dann die erste Gicht von 20 Ctr. Roheisen gesetzt. Dann wird mit Cokesgichten von $1^1/_2$ Ctr. und Roheisen von 25 Ctr. abgewechselt, bis der Ofen voll ist oder das verlangte Quantum Eisen in demselben sich befindet. Auch hier ist ein angemessener Kalkzusatz nicht zu vergessen und demnächst noch darauf zu achten, dass man zu den untersten Gichten

frischgeschlagenes und möglichst rein gehaltenes Eisen nimmt und das unrein gewordene, sowie die verrosteten Stücke zu den späteren Gichten verwerthet, welche den Ofen in voller Hitze passiren. Werden die Formen dunkel, so stösst man die Ansätze an den Seiten der Mündung los und legt auch ein Stück Kohle in die Mündungen bei etwas nachgelassenem Winde, wonach sie schnell wieder hell werden.

§. 58. Wie weit die Leistungsfähigkeit des Ireland'schen Cupolofenbetriebs reicht, geht aus dem gleichfalls von Mallet beschriebenen Guss einer Dampfhammerchabotte von 250 Tons = 4100 Ctr. Gewicht hervor, der auf den Werken der Bolton Iron & Steel Co. unter der Leitung von J. Ireland 1866 ausgeführt wurde.

Es waren bekanntlich zu dem Zweck zwei Cupolöfen von einer Weite von beziehungsweise 5 Fuss und 3 Fuss 9 Zoll in dem Schacht und in der Verbrennungszone errichtet. Der Ofenschacht ist in einen Kesselblechmantel von 7 Fuss Weite eingebaut, um welchen sich noch ein ringförmiger Windkasten legt, der von zwei Seiten durch vertikal aufsteigende Rohre mit einer Hauptwindleitung in Verbindung steht, welche unter beiden Oefen hindurchgeht.

Die 4 unteren Formen haben 8 Zoll lichte Weite, die 16 oberen dagegen nur 3 Zoll bei einer Länge von $19^1/_2$ Zoll. Die Höhenverhältnisse erscheinen proportional den für kleinere Oefen gebräuchlichen und es ist im Interesse der beabsichtigten Kohlenersparniss um so mehr auf die Innehaltung derselben zu sehen, als die Ofenquerschnitte wachsen, die ihrerseits von der beabsichtigten Leistung abhängen.

Die von Mallet mitgetheilte Skizze ist, wie schon im I. Bd. nachgewiesen, wohl insofern nicht ganz richtig, als die Lage der Gichtenthür eine zu niedrige im Verhältniss zur Lage der oberen Rast ist und als der Oberschacht dadurch kleiner erscheint, als bei dem grössten Ofen der mitgetheilten Maasstabelle. Legt man aber dessen Verhältniss zu Grunde, so erhält der Oberschacht, der in der Originalzeichnung noch nicht

$3\frac{1}{2}$ Fuss besitzt, eine Höhe von beinahe $6\frac{1}{2}$ Fuss, während die Ober-Rast $2\frac{1}{2}$ Fuss Höhe, die Schmelzzone 3' Fuss 3 Zoll und der Eisenkasten oder die Unter-Rast ebenfalls $2\frac{1}{2}$ Fuss Höhe hat.*)

Bei dem Guss der grossen Chabotte wurde das Bessemergebläse des Werks angewendet und mit 14 Zoll Pressung (Wasser) geblasen. Ireland stellte bei dieser Gelegenheit fest, dass dieses das Maximum an Pressung wäre, bei welcher sein Ofen betrieben werden könne; sobald man dieselbe noch steigerte, fand der Niedergang der Gichten so rasch statt, dass die Aufgebemannschaften nicht im Stande waren, mit dem regelrechten Aufgeben der Gichten nachzukommen.

§. 59. Die Beschickung zu der grossen Amboschabotte bestand im Ganzen aus 220 Tons = 4400 Ctr. Metall, worunter 8 Tons = 160 Ctr. Bessemerstahl in kleinen Luppen oder Brocken, welche bestimmt waren, die Festigkeit des Gusseisens zu steigern.

Die Aufgabe geschah bei den ersten 50 Gichten im Verhältniss von 3 Ctr. Stahl auf $2\frac{1}{2}$ Tons = 50 Ctr. Ganzroheisen und Brucheisen. Die Cokes waren vollkommen trocken und in bester Qualität von Durham bezogen.

Die Zeit zwischen dem Anlassen des Windes und dem Guss selbst, d. h. dem Füllen der Form, war $10\frac{3}{4}$ Stunden oder 10 Stunden allein für das Schmelzen. Darin eingeschlossen sind 2 Stunden Pause für die Ofenarbeiter, während welcher der Wind vollkommen abgestellt war. Die wirkliche Schmelzzeit betrug mithin $8\frac{3}{4}$ oder 8 Stunden, woraus sich für jeden Ofen unter der Voraussetzung gleichmässiger Arbeit eine Leistung von 12—$13\frac{1}{2}$ Tons = 225 Ctr. Mittelwerth pro Stunde ausrechnet.

Der Cokesverbrauch betrug pro Tonne Ein-

*) Daraus ergiebt sich eine Totalhöhe von 14 Fuss 9 Zoll englisch, welche mit der von F. Kohn (Iron and Steel etc., S. 164) gemachten Angabe von 15 Fuss ganz gut übereinstimmt; die Vermuthung des Verfassers erweist sich hiernach als richtig.

satz ungefähr 125 Pfd., die Füllung der Oefen mit eingeschlossen.

Daraus berechnet sich ein stündlicher Consum von 15 Ctr. per Stunde, so dass überhaupt ca. 15 Tons = 300 Ctr. Materialien, den Kalkstein eingeschlossen, in diesem Zeitabschnitt aufgegeben worden sind.

In dieser Leistung erblickt Mallet das werthvollste Zeugniss für die Brauchbarkeit des Ireland'schen Prinzips und fügt hinzu, dass diese Vortheile durch die grosse Höhe des Ofenschachtes noch vergrössert würden; der Ofen könne als Regenerativ-Cupolofen betrachtet werden, da die Abhitze der Schmelzzone von den über derselben im Schacht befindlichen Materialien vollständig absorbirt würde und dadurch der Wirkungsfähigkeit jener Zone indirekt wieder zu Gute käme. Bei heissem Winde und noch grösserer Höhe würden die Vortheile allerdings sich noch mehr steigern und es wäre vorauszusehen, dass man Cupolöfen erbauen werde, in denen das Schmelzmaterial $^1/_{20}$ seines Gewichts an Brennstoff absorbirt, um vollkommen zu schmelzen.

§. 60. Nächst dem Ireland'schen Ofen ist es der Krigar'sche Ofen, dessen bereits im ersten Bande gedacht worden ist (S. 413 ff., Taf. IX, Fig. 8 u. 9), der in Berlin, wie an anderen Orten Verbreitung erlangt hat und sich ebenfalls durch gute Qualität seines Produkts, bei gleichzeitiger Ersparniss an Brennmaterial wesentlich auszeichnet, ohne indessen vor dem Ireland'schen Ofen etwas voraus zu haben.

Die Einrichtung ist im Prinzip dieselbe, wie aus Fig. 8 u. 9 der Taf. IX des I. Bandes hervorgeht, aber in den Details selbst ist Einiges anders geworden; wir geben deshalb auf Taf. II dieses Bandes eine möglichst vollständige Vorstellung eines solchen Ofens, mit dem Bemerken, dass lokale Bedürfnisse und Ansprüche allerdings auch dieses getreuere Bild modificiren können.

Der Hauptunterschied der früher mitgetheilten und der jüngsten Gestalt des Apparates besteht vorzugsweise in der kreisrunden Querschnittsform des Schachtes und demnächst in der Anlage eines besondern Vor-

herdes zum Ansammeln des Eisens. Dieser Vorherd ist dadurch motivirt, dass bei dem Betrieb des Krigar'schen Ofens der Eisenkasten, fast ganz gefüllt mit glühenden und brennenden Cokes, nicht im Stande ist, soviel Eisen aufzunehmen, als man zeitweilig benöthigt. Die eigenthümliche Windzuführung des Krigar'schen Ofens lässt es zu, dass die Cokes in grösserer Menge und unverbrannt so tief herabsinken und mehr noch als in dem anderen Ofen dem flüssigen Eisen Raum entziehen. Bei dem Ireland'schen Ofen, wo sich die Intensität der Verbrennung schliesslich auf eine verhältnissmässig kleine Zone reducirt, ist dieses weniger der Fall und deshalb sind die Ireland'schen Oefen auch bei einfachem Bau geeigneter, Eisen anzusammeln, während die Krigar'schen Oefen für gewisse Zwecke und in Rücksicht auf die absolute Kohlenersparniss den Vorzug verdienen. Der Ofen, wie ihn die Taf. II, Fig. 2—5, darstellt, ist, ausser auf einer der ersten Giessereien Berlins, noch in Ilsenburg, in Königin Marienhütte, sowie auch noch an anderen Orten thätig — und seine Einrichtung wie auch sein Betrieb sind und werden überall in fast gleicher Weise nach den Vorschriften des Erfinders durchgeführt, ohne deshalb überall vollkommen congruent zu sein.

Im Folgenden sind nach guten zuverlässigen Mittheilungen und eigner Wahrnehmung die Hauptzüge des Apparates und seines Betriebes geschildert und auch Aenderungen erwähnt, welche lokale Verhältnisse in geschickter Hand veranlasst haben.

§. 61. Der Krigar'sche Ofen besteht (vgl. die Fig. 2—5 der Taf. II) aus einem wesentlich cylindrischen Oberschacht von 3 Fuss Weite und 7 Fuss Höhe, einer leichtconischen Rast von 1 Fuss Höhe, die sich von 3 Fuss auf $2^1/_2$ Fuss zusammenzieht, einem cylindrischen Gestell *F* von $2^1/_2$ Fuss Weite und $3^1/_2$ Fuss Mittelhöhe, das nach vorn und hinten zu mit Vorherden in Verbindung steht, durch deren Gewölbe die Windzuführungen *A* eintreten. Diese zweigen sich von dem um den ganzen Ofen zwischen dem Blechmantel des Oberschachtes und dem gusseisernen Ge-

stellmantel herumgelegten Windkanal *K* ab, der seinerseits aus dem mit Drosselklappe versehenen Leitungsrohr *R* gespeist wird. Bei den in Berlin erbauten Oefen war anfänglich der Kanal *K*, mit einem ähnlichen Kanal an der Gicht des Ofens, durch eine Reihe schraubenförmig herab sich windender Züge verbunden, welche indessen häufig undicht wurden und deshalb bei der ersten Reparatur zugesetzt worden sind.

Die Windzuführungen *A* haben 14 Zoll Breite bei 3 Zoll Weite und liegen einander gegenüber; die Gewölbe, in denen sie münden, sind durch das Visir *G* beobachtbar, das hoch genug liegt, um vom Eisen nicht getroffen werden zu können. Der vordere Herd mündet durch den Stich *D* in den Vorherd *V*, aus dem der eigentliche Abstich *H* in der mit Masse gefütterten Thür das Eisen auf die Abstichrinne *L* führt. Zwei Schlackenstiche *S*, mit kleinen Rinnen versehen, gestatten bei verschiedenen Niveaus den Vorherd frei von Schlacken zu erhalten, während das Visir G_1 dem Stich *D* gegenüber liegt und die eintretende Schmelzung und das Ansammeln des ersten Eisens auf das Genaueste zu beobachten gestattet.

Der Boden des Herdes im Gestell ist mit Scharnier versehen und kann, im Falle die Cokes nicht geneigt sind, rein auszubrennen, heruntergeklappt werden. Ein Wagen unter dem auf Säulen stehenden Ofengestell ist in den Zeichnuugen angegeben und erleichtert das Entfernen der Schmelzrückstände aufs beste. Leider ist es nicht immer möglich, diese Disposition anzunehmen, wenn auch nur aus lokalen Verhältnissen Hindernisse hervorgehen mögen.

Bei der Einführung dieser Oefen auf Königin Marienhütte hat man nach den daselbst gemachten Erfahrungen die Zustellung in der Art abgeändert, dass man die Windgewölbe nicht vorn und hinten, sondern rechts und links anlegte, wie es die punktirten Umrisse in Fig. 2 angeben. Das rückseitige Gewölbe blieb, um das Visir *G* zu erhalten und zum Auskratzen des Ofens Veranlassung zu geben, wozu eine besondere Thür eingerichtet ist — dagegen wurde auch hier der

Windzulass *A* cassirt. Der Oberschacht wurde cylindrisch gemacht und der Vorherd *V* mit ähnlichen gewölbten Deckelstücken gedeckt, wie die Füchse der Puddelöfen, um bei einer vielleicht allvierteljährlich vorkommenden Reparatur nicht das ganze Dach des Vorherdes demoliren zu müssen.

§. 62. Der Betrieb des Krigar'schen Ofens verläuft in nachstehender Weise: Der Vorherd *V* wird zunächst mit $^1/_2$ Korb Holzkohlen gefüllt und vorsichtig angewärmt, worauf ca. 5 Stunden vor dem Anblasen 16 Körbe Zwickauer Cokes in den Ofen kommen und langsam entzündet werden. Die zwei ersten Gichten haben je 8 Ctr. Gewicht, worauf zu 10 Ctr. übergegangen und schliesslich 11 Ctr. (meist die letzten 4 Gichten) gesetzt werden. Zu Anfang bläst man am besten durch den Abstich *H* — so lange, bis sich bei *D* die ersten Eisentropfen zeigen; dann schliesst man *H* mit einem Lehmpfropfen und bläst durch die Windeinlässe *A* — zuerst schwach, dann stärker.

Die Resultate des abgeänderten Krigar'schen Ofens auf der Königin Marienhütte, verglichen mit denen des alten Cupolofens Nr. 1 daselbst (vergl. Bd. I., S. 356), ergeben folgende Resultate aus dem Jahre 1869, wobei die Erfahrungen mit Zwickauer Cokes von denen mit Westfälischen Cokes (Appold'sche Oefen von Stutz & Isert in Marten bei Dortmund) getrennt auftreten:*)

*) Für die Mittheilung dieser genauen Angaben, die den Krigar'schen Ofen betreffen, ist der Verfasser der Liberalität der Freiherrlich von Arnim'schen Verwaltung auf Königin Marienhütte und der besonderen Gefälligkeit seines Freundes, des dortigen Giessereivorstehers Herrn Cramer, zu grösstem Danke verpflichtet.

	Ofen 1. (alte Constr.)		Ofen 2. (Krigar's Constr.)	
	Zwickauer C.	Westfäl. C.	Zwickauer C.	Westfäl. C.
Arbeitstage	6	80	20	182
Produktion	1060 Ctr.	15360 Ctr.	3840 Ctr.	35930 Ctr.
Guss	880 Ctr.	12560 Ctr.	3140 Ctr.	28649 Ctr.
Bruch etc.	180 Ctr.	2800 Ctr.	700 Ctr.	7281 Ctr.
Anwärmen	96 Ctr.	134,40 Ctr.	200 Ctr.	1274 Ctr.
Schmelzen	174,40 Ctr.	1545,60 Ctr.	426,95 Ctr.	2640 Ctr.
Gichtenzahl	109	1344	399	3772
Roheisenconsum	654 Ctr.*)	9408 Ctr.	2394 Ctr.	18860 Ctr.
Brucheisenconsum	436 Ctr.	6720 Ctr.	1596 Ctr.	18860 Ctr.
Zusammen	1090 Ctr.	16128 Ctr.	3990 Ctr.	37720 Ctr.
Cokesverbrauch pro 100 Pfd. Durchsatz	24,8 Pfd.	14,1 Pfd.	15,7 Pfd.	10,4 Pfd.

*) Ausser den bereits früher erwähnten Roheisensorten der Königin Marienhütte verschmilzt man neuerdings und im Krigar'schen Ofen:

1) sehr grobkörniges Giessereiroheisen von Mathildenhütte mit 1,7 Proc. P und 0,9 Mn.
2) Alexishütte (Lingen): Nr. I, tief dunkelgrau; fest, schmilzt dünnflüssig und giebt guten dichten Guss.
3) Meppen Nr. I: heller als das Vorgenannte — von etwas geringerer Qualität, doch sehr brauchbar.
4) Niederrheinische Hütte (b. Duisburg): licht melirt; zum Walzenguss im Cupolofen mit grauem Holzkohleneisen durchgeschmolzen und hitzig gegossen.

Der Krigar'sche Ofen erspart mithin, bei der ausschliesslichen Anwendung von Zwickauer
Cokes 36,6 Prc.
bei der Anwendung von Westfälischen
Cokes zum eigentlichen Schmelzen . . . 29,1 Prc.
des früheren Verbrauchs.

Die vorstehenden Resultate sind ausserordentlich günstig und würden es vielleicht noch mehr sein, wenn auch zum Wärmen Westfälische Cokes genommen würden.

§. 63. In Berlin, wo der Krigar'sche Ofen bereits über ein Jahr arbeitet, hat man keinen geringeren Cokesconsum, als den zu Mönigin Marienhütte berechneten, ermittelt. Man setzt, nachdem man den 11 Fuss hohen Ofenschacht zu einem Drittel ungefähr angefüllt — Cokesgichten von 45 Pfd. oder Doppelgichten von 90 Pfd., je nachdem man den 40 Ctr. fassenden Ofen des Etablissements, oder den 100 Ctr. enthaltenden betreibt.

Die Eisengichten variiren in der oben bereits erwähnten Art und steigen allmälig bis auf 10—15 Ctr., je nach der Ofengrösse; der Brennstoffaufwand beträgt incl. der Füllcokes 10—12 Pfd.*) Die Erhitzung des Eisens ist sehr bedeutend und für die Qualität des schottischen Eisens fast zu gross, so dass man genöthigt ist, das frisch Abgestochene stets etwas abkühlen zu lassen, ehe man es vergiessen kann.

Der Krigar'sche Ofen empfiehlt sich deshalb ganz besonders für alle Eisensorten, deren Zähigkeit eine hohe Schmelz- und Gusstemperatur beansprucht und hat, beispielsweise, in Ilsenburg das dortige so ausserordentlich empfindliche Roheisen in einer vollkommen zufriedenstellenden Weise geschmolzen.

Auch da hat er in der ersten Campagne eine Ersparniss von über 13 Proc. gezeigt, die sicher nach

*) Genauere Angaben durften nicht gemacht werden.
Der Verf.

einiger Zeit auf das Doppelte gewachsen sein würde, nachdem Alles vollkommen getrocknet und durchgeheizt worden war.

Die Resultate, die Krigar selbst in Hannover und die Whitley in London erzielt hat, sind bereits im I. Bd. S. 413 u. ff. erwähnt und folgen hier nur noch einige Notizen von der Rheinprovinz und Rheinbayern.

Auf der Concordiahütte bei Bendorf (Gebr. Lossen) fabricirt man meistens Platten und Poterie; hierzu bedient man sich zweier kleiner Cupolöfen nach dem Krigar'schen System, die ganz Vorzügliches leisten. Der Ofenquerschnitt ist viereckig, oben $^{33}/_{27}$, unten $^{27}/_{21}$ Zoll gross; die Ofenhöhe beträgt 10 Fuss von der Gicht zur Herdsohle.

Der Cokesverbrauch pro 100 Pfd. fertigen Guss, Poterie und Platten beträgt ca. 20 Pfd., also etwas mehr als sonst, da das Eisen ungemein hitzig sein muss, der Betrieb auch ein continuirlicher ist und in Folge dessen mehr Kohlen absorbirt als ein rascher schmelzender Gang.

Als Material benutzt man Kupferdreh-Roheisen und Roheisen von Saynerhütte, welches letztere sowohl durch vorzügliche Festigkeit sich auszeichnet, als auch einen sehr hohen Schmelzpunkt besitzt.

Man setzt pro Gicht 30 Pfd. Cokes und 400 Pfd. Roheisen und hat hierbei 5,8 Proc. Abbrand.

Aehnliche Verhältnisse sind bei den Oefen der Eisengiesserei von Euler in Kaiserslautern zu notiren, wo ebenfalls Poterie und Platten angefertigt werden und die erstere sogar getempert und als Patentgeschirr verkauft wird. Auch hier ist der hohe Schmelzpunkt des Materials Veranlassung, dass der Krigar'sche Ofen nicht so günstig arbeitet als anderwärts, wiewohl er gegen andere Oefen stets erspart.

Zum gewöhnlichen Guss verarbeitet man in Kaiserslautern: Gartsherrie und Kinneil sowie Clarence; für den getemperten Guss wird dagegen das Holzkohlenroheisen von Trippstadt u. s. w. zugesetzt, um einen dichteren Guss herzustellen.

§. 64. Als Beschluss der Reihe von Beispielen mögen noch die folgenden vorzugsweise der ausländischen Literatur entnommenen Angaben Platz finden.

Guettier in seinem traité de la fonderie, S. 181 ff. bespricht den Betrieb der von ihm erbauten und beschriebenen Oefen nur sehr kurz. Er füllt dieselben durchschnittlich bis an die Gicht und giebt bei sehr weiten Oefen nur zu, dass ein Theil der ersten Füllung aus Torf ober Abfällen starken Holzes bestehen darf, der Rest dagegen bis an die Gicht Cokes sein müssen. Trotzdem stellen sich nach seinen Erfahrungen die Ziffern des Cokesverbrauches erheblich anders, als die bei den deutschen Giessereien berichteten, da er nur 140—170 Kilo Cokes auf 1000 Kilo Roheisen rechnet.

Das Volumen der Gichten richtet sich dabei nach der Grösse des Ofens; wenn in einem Cupolofen von mittleren Verhältnissen 150 Kilo auf 24—25 Kilo Cokes aufgegeben werden, so reduciren sich diese Quantitäten im entsprechenden Maasse, sobald ein kleinerer Ofen in Anspruch genommen werden soll. Im Allgemeinen, stellt Guettier auf, kann man um so kleinere Gichten aufgeben, je schwerer der Brennstoff ist — indessen muss man dieselben vergrössern, je leichter seine Beschaffenheit sich zeigt, damit niemals die Kohlengichten von den Eisengichten durchbrochen werden können.

In Betreff der Reihenfolge, in der, nach Guettier, erforderlichen Falls verschiedene Eisensorten gesetzt werden müssen — ist Folgendes zu bemerken. Es ist vortheilhaft zuerst das graue, dann das weisse Roheisen (gegen das Ende der Schicht) einzuschmelzen und zu vergiessen; befürchtet man dennoch das nachtheilige Mischen, so ist es vorzuziehen, das der Schmelzer Veranlassung nimmt, die beiden Eisensorten durch blinde Gichten zu trennen (obwohl dieses Verfahren stets eine nicht zu rechtfertigende Materialverschwendung nach sich zieht). Zur Schlackenbildung wird auch in Frankreich stets kalkiger Zuschlag den Schmelzmaterialien beigefügt; die Schlacke räth Guettier von Zeit zu Zeit besonders abzustechen und dieses Verfahren namentlich nach jedem grösseren Ab-

stich zu wiederholen, um das Festsetzen der Schlacke auf der Herdfläche und ihr Erkalten zu verhindern. Gegen das Ende der Campagne ist die Temperatur im Ofen eine so hohe, dass Guettier empfiehlt, in dieser Zeit alles kleine Brucheisen, das sich angesammelt, so wie auch angekauftes zu schmelzen.

§. 65. In den bereits mehrfach citirten Aufsätzen Mallet's begegnet man einer Reihe praktischer Bemerkungen, von welchen hier im Auszuge zusammengedrängt diejenigen wiedergegeben werden sollen, welche positive Notizen enthalten.

Sie finden sich vorzugsweise im I. Bd. der III. Serie des Pract. Mech. J. (1865/66), S. 199, wo zunächst über die vermeintlichen Vorzüge des Flammofenschmelzens vor dem Cupolofenschmelzen des Breiteren berichtet, dann auf die älteren in England üblichen Formen übergegangen wird und schliesslich die neuesten Erfahrungen im Betriebe besprochen werden.

Er erwähnt u. A. eines von ihm selbst erbauten grösseren Ofens, dessen innerer Durchmesser in der halben Höhe ca. 7 Fuss war und sich darüber auf 6 und nahezu 5 Fuss zusammenzog; die Totalhöhe betrug 20 Fuss. Der Ofen gab bei continuirlichem Betrieb zwar nur 50 Ctr. sehr flüssiges Eisen pro Stunde, verbrauchte aber nicht mehr als 4—5 Ctr. Cokes pro Tonne Eisen, also 20—25 Pfd. pro 100 Pfd.

Die übrigen Notizen, welche sich auf den Betrieb selbst beziehen, charakterisiren hauptsächlich die Arbeiten des Schmelzers, welche bei den in England häufigen sehr grossen Cupolöfen beschwerlicher scheinen, als bei den Oefen von mittlerer gewöhnlicher Grösse. So sind allerlei Vorsichtsmaassregeln, Schutzmittel u. s. w., sogar präservirende Kleidungsstücke angegeben. Genauer werden die Werkzeuge beschrieben, das Stopfholz und seine schwierige Handhabung besonders bei den alten Ofen mit hohem Gestell, wo ein mächtiger hydrostatischer Druck den vollen Zustand begleitete. Dann kommen die Auskrückhaken an die Reihe, welche in Riesendimensionen, 15 Fuss

lang und $1^1/_8$—$1^1/_4$ Zoll stark, angeführt werden. Die Anlage der Düsen, wie die Windführung überhaupt, beschäftigt den Verfasser ebenfalls, doch sagt er da nichts Neues für uns, als dass wir erfahren, in England habe man den Cupolöfen früher kupferne Formen von ähnlicher Gestalt gegeben, wie die Hochofenformen und stets an jeder Seite mehrere (bis 6) Formen übereinander angelegt, nicht allein um veränderliche Eisenmassen halten zu können, sondern, wie Mallet ausdrücklich hervorhebt, weil bei einem weiten Cupolofen die wirklich angemessenste Höhe für die Formenaxen sich nicht immer vorher festsetzen lasse, sondern sehr viel von der Stückgrösse und der sonstigen Beschaffenheit der Schmelzmaterialien abhänge, die bei einem grossen Betrieb nicht immer constant zu halten wären.

Eine ausführliche Besprechung einer gut angelegten Cupolofenschmelzerei schliesst sich an das Vorhergehende, bringt aber ausser einigen auf Massenbetrieb hinzielenden Sätzen nichts, das von dem in diesem Buch Vorgetragenen abwiche.

Die nun folgenden Aeusserungen über den Ireland'schen Cupolofen können wir hier füglich übergehen, da diese früheren Anschauungen Mallet's durch die späteren rektifizirt worden sind, welche wir weiter oben (S. 85) in allen wesentlichen Punkten wiedergegeben haben.

§. 66. Von grösserem Interesse ist ein an die Ersparnissfrage des Ireland'schen Ofens direkt angeknüpftes theoretisches Raisonnement; Ireland hatte behauptet, dass die von ihm für seinen Ofen angeführte Ersparniss von 30—50 Proc. des sonst verwendeten Brennstoffs bei keinem anderen gleichartigen Apparat sich erreichen lasse. Mallet sagt dagegen, dass eine so absprechende Behauptung nur auf wirklich schlecht gebaute oder schlecht betriebene Oefen älterer Bauart sich anwenden lasse, nicht aber auf solche, welche allen technischen Ansprüchen bis dahin genügt hätten. Im Gegentheil sei der bisher übliche Cupolofen bereits ein in calorischer

Beziehung vollkommen wirksamer und relativ vollkommener Apparat, wie sich aus Folgendem ergebe.

Nimmt man an, dass der Ofen einer Giesserei die Aufgabe habe, das Roheisen von einer Temperatur von 50° F. (= 10° Cels.) auf 2300° F. (= 1261,1° Cels.) zu bringen*), so ist also eine Temperatursteigerung von 2250° F. (= 1251,1° Cels.) zu bewirken.

Ein Pfund trockner Cokes ist im Stand 13,500 Pfd. Wasser um 1° F. oder caeteris paribus 6 Pfd. Wasser um 2250° F. zu erhitzen.

Nimmt man weiter an, dass die Verhältnisse der Werthe für die spezifischen Wärmen von Wasser, beziehungsweise von Gusseisen, 1,00 und 0,13 betragen, so kann 1 Pfd. Cokes 46,15 Pfd. Gusseisen zum Schmelzpunkt erhitzen, wenn man den Coefficienten für spezifische Wärme vernachlässigt, wie es Persoz für Berechnungen, welche geschmolzene Metalle betreffen, seinen Versuchsergebnissen nach empfiehlt.

Auf 1 Tonne Eisen (2240 Pfd,) berechnet, ergeben sich, unter Vernachlässigung der Bruchwerthe, rund: 49 Pfd. Cokes als erforderlches Brennstoffquantum, alle Nebenfunktionen nicht eingerechnet, während ordinäre Oefen nach Mallet's Angabe im Durchschnitt 280 Pfd. pro Tonne Eisen verbrennen, einzelne unter besonderen Verhältnissen aber auf 200 Pfd. herunter gelangt sind.

Diesen Mehrconsum zu rechtfertigen, geht Mallet dazu über, den Kohlenverbrauch zur Erhitzung des Windes auf die Gusstemperatur des Eisens fest zu stellen und nimmt zunächst an, dass jedes Pfund Cokes 12 Pfd. Luft consumire, eine vollständige Consumtion des Sauerstoffs vorausgesetzt. Da dieses aber nie der Fall ist, supponirt er einen Luftconsum von 18 Pfd. pro Pfund Cokes und nimmt also an, dass die erwähnten 280 Pfd. Cokes ca. 5040 Pfd., also $2^1/_2$ Tons atmosphärische Luft zu ihrer Verbrennung bedürfen.

*) Die Annahme von nur 2200° F. ist entschieden zu günstig, da die zum Giessen erforderliche Gitze sich, sobald sich seine Qualität wesentlich gleich bleiben soll, nach der Temperatur richtet, welche das Roheisen s. Z. im Hochofen erhalten hat.

Die spezifische Wärme auf 0,237 für gleichmässig und wenig gespannte Luft angenommen (das Wasser als Einheit festgestellt), ergiebt sich als Leistung eines Pfund Cokes die Erwärmung von 25,4 Pfd. Luft auf die Schmelztemperatur des Roheisens. Um also 5040 Pfd. Luft so weit zu erwärmen, gebraucht man im Ganzen 198,4 Pfd. Cokes.*)

Zieht man diese von der faktisch gebrauchten Cokesmenge ab, so bleiben 81,6 Pfd. als Rest zurück, der zur Erhitzung des Roheisens 49 Pfd. abgeben soll, das übrige Quantum (32,6 Pfd.) aber geht durch Strahlung verloren.

Rechnet man nur 12 Pfd. Luft als Verbrennungsquantum für 1 Pfd. Cokes, nimmt man also an, dass die Cokes möglichst vollkommen verzehrt werden, so bleiben auch nur 99 Pfd. Cokes als Verlust übrig, also noch nicht 30 Prc. des Totalverbrauchs.

Wenn auch die vorherigen Zahlen keine absolute Garantie gewähren können, so ist doch einzusehen, dass nicht die Rede davon sein kann, über 50 Prc. des bisherigen Consums durch eine noch so ausgezeichnete Constructionsverbesserung zu ersparen.

§. 67. Mallet stellt nach den gemachten Mittheilungen den Cupolofen als einen wesentlich Wärme gebenden Apparat hin und behauptet dann, dass unter Oefen von gegebener gleicher Schachtquerschnittsgrösse derjenige der beste sei, der in einer ebenfalls gegebenen Zeiteinheit das grösste Quantum Brennstoff consumire und vollständigst verbrenne.

Dieses ist zu beweisen durch die Analogie mit der Feuerbüchse der Lokomotive, welche oft im Stande ist, mehr als 150 Pfd. Kohlen pro Stunde und Quadratfuss Rostfläche zu consumiren (nach Weisbach etwa nur 112 Pfd. engl.). Der Cupolofen, den Mallet im Sinne

*) Von dieser Cokesmenge musste die abgezogen werden, welche der in den abziehenden Gasen des Ofens enthaltenen Wärmequantität entspricht, weil die letztere unbedingt als Verlust anzusehen und um so grösser zu sein pflegt, je unvortheilhafter die Ofenconstruktion selbst ist.

hat, besitzt einen cylindrischen Schacht und einen Querschnitt über den Formen von etwa 7 □ Fuss, dabei schmilzt er stetig 30 Ctr. — $1^1/_2$ Tonne pro Stunde mit 417 Pfd. Cokesaufwand (aus grossem Durchschnitt ermittelt) pro Tonne Roheisen, also einem Verbrandt von 625,5 Pfd. pro Stunde. Um den Cupolofen anzuzünden, bedurfte man (nach 7fachem Versuch bestimmt) 1960 Pfd. Cokes, die von den in Berechnung gebrachten 5432 Pfd. pro $12^1/_2$stündige Campagne abgezogen nur noch 453 Pfd. Cokes pro Stunde giebt, oder pro Quadratfuss Querschnitt $\frac{453}{7}$ = nahezu 65 Pfd.

Das durchgesetzte Eisenquantum betrug $\frac{30}{7}$ Ctr. oder $\frac{3360}{7}$ = 480 Pfd. pro Quadratfuss Schachtquerschnitt und in der Stunde.

Mit der Brennstoffconsumtion der Lokomotive verglichen, wo viel Brennstoff auch versprüht und durch den Rost fällt, erreicht der Cupolofen allerdings noch nicht die grössere Höhe der Leistung, immerhin aber zeigt das Beispiel, dass die Verbrennung in den Schachtöfen der Giessereien keine sehr langsame ist.

Dazu kommt, dass das Quantum von Roheisendurchsatz kein sehr grosses war, da es Oefen giebt, die bis 100—110 Ctr. preuss. pro Stunde durchnehmen, ohne eine sehr grosse Schachtweite zu haben.

Von unserem Standpunkte aus erscheinen die Angaben Mallet's nicht ganz correkt, da ihnen zu Folge 100 Pfd. Eisen nur 13,5 Pfd. incl. Füllmaterial beansprucht hätten und Oefen von 3 Fuss Durchmesser (7 Quadratfuss Querschnitt entsprechend), bei 30 Ctr. Durchsatz pro Stunde wenigstens einen Verbrauch von 20—25 Pfd. Brennstoff pro 100 Pfd. Eisen erwarten lassen.

Trotz dieser an sich günstigen Verhältnisse seines Cupolofens bespricht Mallet noch die Wärmeverluste durch

hohe Temperatur der Ofengase (wie wir im vorigen §. schon angemerkt) und Wassergehalt der Cokes.

Daran schliessen sich Vorschläge zur Verwerthung der Cupolofengase, die aber sehr beschränkt werden durch Rücksichten auf Zugänglichkeit der Gichtöffnung u. s. w.

Anregen wollend führt er die Leitung der Gase in ein Siemens'sches Regenerativsystem an, welches dann zur Darstellung heisser Windströme für den Ofen u. s. w. zu verwerthen sei, kommt aber dann zu einfacheren Vorschlägen, nämlich zur Vorwärmung von Roheisen und namentlich von Cokes zum Ofenbetrieb selbst zurück.

§. 68. Der nächste Punkt, den Mallet in seinen allgemeinen Bemerkungen über den Cupolofen berührt, ist die Windführung, die aber hier nur kurz wiedergegeben werden kann, da Vieles construktiver Natur ist und im I. Bd. dieses Werkes ausführlich und selbständig besprochen wurde.

Die hauptsächlichsten Bedingungen einer guten Windführung sind nach Mallet:

1) dass die in bestimmter Zeit gelieferte Windmenge der vollständigen Verbrennung des aufgegebenen Brennstoffs entspreche, ohne einen sehr grossen Ueberschuss davon darzustellen.
2) Dass die Pressung in den Formen und Düsen eine genügende Höhe erreiche, um den Wind allen Theilen des Ofens zuzuführen; dabei dürfe man natürlicher Weise nicht voraussetzen, dass die Schnelligkeit, mit welcher die Luft aus der Düse strömt, innerhalb des Ofens lange anhielte.*) Auch wirke eine zu starke Pressung des Windes häufig abkühlend auf die an den Formen vorbeipassirenden Schmelzstücke und

*) Die Anschauung, welche der zweiten Bedingung unterliegt, ist irrig, insofern von Windströmen im Ofen selbst nicht die Rede sein kann und die dort herrschende Spannung ein derartiges Vordringen einer Luftsäule unmöglich macht, abgesehen von den Widerständen der Schmelzsäule selber.

eine Spannung von 2—3 Zoll Quecksilber sei die äusserste Grenze des Maximums; bei einer leichter verbrennlichen Kohle könne man sogar weiter herunter gehen.

Durch welches Mittel der Wind comprimirt werde, sei gleichgiltig, da Cylindergebläse und Ventilatoren, im Bezug auf Quantität und Qualität (d. h. Pressung) des Windes für Giessereizwecke, gleichartige Resultate geliefert hätten. Dagegen sei es unverkennbar, dass der Ventilator das billigste Instrument, der Anlage wie auch der Unterhaltung nach sei, und eine gegebene Luftmenge von nicht bedeutender Pressung mit ebenso wenig Kraftaufwand liefere, als ein Cylindergebläse.*) Eins aber sei vor Allem zu bedenken, dass der aufzustellende Apparat einen gleichförmigen Windstrom liefere und dass die Luft frei von Feuchtigkeit sein müsse. (Eine Bedingung, deren Erfüllung wohl nicht nothwendiger Weise mit der Wahl der Gebläsemaschinen selbst zusammenhängt. — D. Verf.)

Die vorhergehenden Behauptungen illustrirt Mallet durch einige Mittheilungen über ältere und neuere Gebläseanlagen auf Giessereien, die aber für die Leser dieses Buches, nach den ausführlichen und möglichst vollständigen Mittheilungen des I. Bandes über Ventilatoren, kein Interesse haben können. Seine eigenen späteren Angaben über Ventilatoren haben daselbst genaueste Berücksichtigung gefunden und es bliebe hier nur noch zu erwähnen, dass früher auch Cagniardellen in England Anwendung gefunden haben (Sharp, Roberts & Co., Manchester). Interessant sind dagegen die Bemerkungen über den Einfluss des Wassergehaltes der Luft auf den Betrieb der Oefen.

Mallet selbst hat den Versuch gemacht, Dampf von 10 Pfd. Pressung neben den beiden Düsenapparaten eines Cupolofens eintreten zu lassen und ge-

*) Die im ersten Band mitgetheilten Vergleiche zwischen Cylindergebläsen und Ventilatoren in Betreff der Cupolöfenwirthschaft haben andere Resultate gegeben.

funden, dass die Flamme der Gicht an Volumen zunahm und auch der Cokesverbrauch in merklicher Weise wuchs. Die Qualität des Roheisens selbst war nicht deutlich verändert, obwohl alle auf demselben Werke thätigen Praktiker behaupteten, das Gefüge in gleichen Gussstücken sei dichter bei dem mit Dampfstrahl geschmolzenen Roheisen, als bei dem gewöhnlichen Guss.

Den Beschluss machen, ausser einer Charakteristik der Werkzeuge, Angaben über den Schmelzverlust an Roheisen, der sich früher in engl. Giessereien auf 6—7 Prc. erhielt.

Ein mehrjähriger Durchschnitt mit Zurückrechnung aller Brucheisen- und Abfallmassen ergab dagegen nur 1,85, meist 2 Prc. — wobei das Verhältniss des grossstückigen Materials (Gänze oder grobes Brucheisen) zum kleinstückigen — wie 7:13 wahrgenommen wurde.

Vergleich der Betriebsresultate der Schachtöfen mit den theoretischen Anforderungen.

§. 69. In ähnlicher Weire wie bei den Tiegelöfen ist es auch bei den Schachtöfen von Interesse, die Resultate der Praxis mit denen der Theorie zu vergleichen*); hier aber noch mehr wirken Nebenumstände auf die Resultate ein und verändern dieselben.

Durch den Contakt der Schmelz- und Brennmaterialien entstehen chemische Vorgänge, welche eine Veränderung des Roheisens und eine Wärmebewegung in Folge dieser Veränderung veranlassen. Diese Wärmebewegung, so gering sie aussieht, kann doch bei vollendeteren, besser arbeitenden Oefen die Wärmeentwicklung stören, vergrössern oder verkleinern; auch kann die beobachtete Veränderung des Eisens, insofern sie den technischen Voraussetzun-

*) Dieser Vergleich ist allerdings mehr detaillirt als der Vergleich bei den Tiegelöfen; er greift aber ebenso wenig der Substanz des zweiten Theils der Abtheilung *a* vor, wiewohl er deren Resultate zum Theil schon vorbereitet. Einige Wiederholungen sind bei einem so schwierigen und vielgliedrigen Thema kaum zu vermeiden.

gen des Betriebes nicht entspricht, zu absichtlichen Steigerungen der Wärmeentfaltung Veranlassung geben, die wiederum das praktische Resultat von der Theorie entfernen.

Im §. 11, S. 15 ff. war die erforderliche Wärmemenge, um 1 Cr. = 100 Pfd. Roheisen zum Schmelzen zu bringen, auf

22000 Wärmeeinheiten berechnet worden,

welche dem Verbrauch von 11,4 Pfd. Cokes von 80 Prc. C-Gehalt entsprechen würden, wenn nur Kohlenoxyd sich bildete — wie es beim Tiegelofen anzunehmen ist.

Beim Schachtofenbetrieb kommen indess andere Verbrennungserscheinungen vor, welche die Rechnung ändern, und da die verschiedenen Ofensysteme z. Th. aus der Anwendnng verschiedener Cokes hervorgegangen sind, so finden hierbei auch verschiedene chemische Zusammensetzungen der Cokes Wirksamkeit, erfordern also an sich eine andere Evaluation ihrer Leistungen.

In einem vor kurzem veröffentlichten Aufsatz des Verfassers über die vergleichende Leistung der Umschmelzöfen des Giessereibetriebs*) sind bereits einige Beispiele in der angedeuteten Weise berechnet und mit der theoretischen Ermittelung verglichen worden.

An dieser Stelle soll dieses mit den hervorragenderen der besprochenen Beispiele geschehen und dieselben mit der theoretischen Verbrauchsziffer verglichen werden. Zu bemerken ist, dass, wo die Windpressung als Rechnungsfaktor benutzt ist, um die Windmenge zu ermitteln, diese den Düsen entströmende Quantität in ihrer Wirkung nur als unter gewöhnlichem Druck stehend angesehen wurde, da in den meisten Fällen die Steigerung des Sauerstoffquantums durch die Spannung verschwindend klein gegen die später zu berührende Intensität der Wärme erscheint, welche der Druck in einem Ofen verursacht.

Die Holzkohlencupolöfen sind hierbei nicht in Be-

*) Berg- und hüttenmännische Zeitung 1870, S. 195; danach Deutsche Industriezeitung 1870, S. 124.

tracht gezogen worden, weil sie keine erwähnenswerthe Verbreitung mehr haben.

§. 70. Nach Karsten's Angaben (s. o. §. 26) verbrauchten früher 100 Pfd. Roheisen ca. 47,6 Pfd. Cokes — welche bei der damaligen sorgfältigen Darstellung und Lagerung wohl nicht unter 80 Prc. Kohlenstoff enthalten haben mögen.

Rechnet man unter Berücksichtigung der Anwendung von kaltem Wind und langsamem Betrieb bei sehr geringer Gichtflamme, dass sämmtlicher Kohlenstoff in Kohlenoxyd übergegangen sei, so würden 11,4 Pfd. hinreichend gewesen sein, die Schmelzung zu bewirken und über 75 Prc. des ganzen Brennstoffconsums ist als Verlust anzusehen, herbeigeführt durch die Erhitzung des Windes', durch den langsamen Gichtenwechsel und durch die heiss abziehenden Gase, die in den niedrigen Oefen nicht im Stande waren, genügend Hitze an den Einsatz zu verlieren.

Durch Einführung der Winderhitzung änderten sich die Verhältnisse dahin, dass $22^2/_3$ Pfd. pro 100 Pfd. Roheisen verbraucht wurden; so auffällig dieses scheint, so darf man doch nur an eine Wärmeersparniss denken, noch nicht an Verbesserung der Verbrennung. Es würde bei höherer Temperatur des Windes und vermehrter Pressung (in Folge der empfundenen Expansion) zunächst nur das Quantum Brennstoff erspart, welches der Erwärmung des Windes entsprach. Bei dem langsamen Gichtenwechsel, der im Verhältniss nicht sehr gestiegen war — kommt pro 100 Pfd. Roheisen eine namhafte Menge Luft, die man nicht unter 1380 Kubikfuss, auf gewöhnliche Temperatur reducirt, veranschlagen kann, in den Ofen, also ca. 110 Pfd. (welche demnächst auf 10°, die späterhin beibehaltene Temperaturhöhe der Winderhitzung, erwärmt wurde).

Nach den von Karsten gegebenen Abbildungen der älteren Gleiwitzer Oefen sind dieselben mit 2 Düsen von je 2 Zoll Durchmesser versehen gewesen und einen Manometer-Druck von $1-1^1/_2$ Zoll Quecksilber auf kalte Luft bezogen vorausgesetzt, mit 258,4—312,6 also im Mittel 300 Kubikfuss Luft gespeist wor-

den. Nach einer Mittheilung von Wachler (Oberschles. Hefte V. S. 17) schmolz man in Gleiwitz pro Schicht (12 St.) ca. 160 Ctr. um, sodass pro Stunde nicht mehr als 13 Ctr. durchgesetzt wurden, also pro Minute ca. 21,6 Pfd., woraus sich pro 100 Pfd. ca. die obigen 1380 Kubikfuss oder 110 Pfd. Windzuführung ergeben.

Diese 110 Pfd. verbrennen die obigen $22^2/_3$ Pfd. Cokes (à 80 Pfd. Kohlenstoff) — sodass also 25,3 Pfd. Sauerstoff auf 18,1 Pfd. reinen Kohlenstoff kämen, ein Verhältniss, welches der Zusammensetzungsformel des Kohlenoxyds ziemlich nahe kommt und nur ca. 1,2 Pfd. Sauerstoffüberschuss nachweist, der also etwa 0,9 Pfd. Kohlen entspräche, die von Kohlenoxyd zu Kohlensäure oxydirt worden sind und die nicht ganz vernachlässigt werden können.

Berechnet man die entwickelte Wärmemenge, so bilden in runden Zahlen:

17 Pfd. Kohlenstoff in Kohlenoxyd verwandelt	40,800 W.-E.
1 Pfd. Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt	8,000 W.-E.
zus.	48,800 W.-E.;

zus. also über das Doppelte der nothwendigen W.-Menge.

§. 71. Dieselben Oefen wurden späterhin mit schlechtem Brennstoff (backende Staubkohlen mit Sinterkohlenklein vermischt und vercokt) betrieben und hatten noch dazu ein zu überhitzendes Roheisen von leicht grell werdender Beschaffenheit zu verarbeiten. In Folge dessen wurde mit starker Pressung, 2—3 Zoll Quecksilber, geblasen und dabei Düsen von $2—2^1/_2$ Zoll, schliesslich meist 2 Zoll angewendet.

Die Kohlen selbst ergaben höchstens 60 Prc. Kohlenstoff; stellenweise bestanden die meisten Stücke aus einem losen Conglomerat von halbvercokten Sinterkohlen, Schieferstückchen u. s. w., nur locker durch eine blasige Hülle von backenden Cokes zusammengehalten. Es würden also 26,84 Pfd. Kohlenstoff im Maximo zur Berechnung kommen dürfen; bei einem durchschnittlichen Satz von $17^1/_2$ Ctr. pro Stunde sind pro Minute etwa 29,2 Pfd. Eisen verschmolzen worden.

Um die Verbrennungsumstände präcisiren zu können, sind folgende Rechnungen angestellt.

Die eingeführte Windmenge betrug nach derselben Tabelle *), welcher die Ermittelungen des vorigen Paragraphen entnommen sind, ca. 1175 Quadratfuss pro Minute, die ziemlich stark erhitzt wurden.

Es betrug mithin die Windmenge auf 100 Pfd. Eisen resp. 26,84 Pfd. Kohlenstoff etwa 4024 Kubikfuss, welche hier im heissen Zustand gewogen werden müssen, weil die obige Pressung in den Leitungen und nach der Erhitzung ermittelt worden ist.

Es entspricht 1 Kubikfuss Luft von 100° einem Gewicht von 0,0585 Pfd., folglich machen 4024 Kubikfuss ein Gewicht von 235,3 Pfd. aus, die (à 23 Prc.) 54,6 Pfd. Sauerstoff enthalten.

Hiernach werden 26,84 Pfd. Kohlenstoff durch 54,6 Pfd. Sauerstoff verbrannt und es findet hier bereits eine grössere Kohlensäureproduktion statt, die sich am besten in der Art ermitteln lässt, indem man zunächst sämmtlichen Kohlenstoff in Oxyd verwandelt und den Sauerstoffüberschuss, der zurückbleibt, auf Oxydation eines Theils des gebildeten Kohlenoxyds bezieht.

Nach dieser Methode würden etwa die Hälfte der Kohlen zu Kohlenoxyd, die andere zu Kohlensäure verbrannt worden sein, wiewohl ein Theil der Produktion dieser letzteren in einer Gegend des Ofens stattfand, die eine Abgabe der Wärme an Beschickung u. s. w. nicht begünstigte.

Es verbrannten mithin

26,84 Pfd. Kohlenstoff in der Art, dass:

14,1 Pfd. sich in Kohlensäure, mit Entwicklung von	112,800 W.-E.
12,74 Pfd. sich in Kohlenoxyd, mit Entwicklung von	30,576 W.-E.
zus. mit	143,376 W.-E.

umsetzten.

*) Diese Tabelle findet sich in den von **Richter** herausgegebenen **Plattner**'schen Vorlesungen über Hüttenkunde und ist von ihm berechnet. (Siehe Seite 274 d. B.)

Der Mehrverbrauch ist ungefähr das 10fache der 22,000 W.-E., die auf die Temperatur von 1500° sich beziehen.

Nimmt man im Interesse der Oekonomie dieser Oefen an, dass die Erhitzung des Eisens, welches übrigens jedes Spiel verloren hatte, wenn es aus dem Ofen kam, bis auf 2000°, also über die Erzeugungstemperatur des weissen Eisens hinausgetrieben wurde; ausserdem, dass bei diesen Oefen die Leitungs- und Strahlungsverluste sehr gross waren (der Mantel des unteren Schachtes zeigte sich bisweilen schwach rothwarm — namentlich wenn das Futter ausgeschmolzen war), so verliert das ungünstige Resultat viel von seiner üblen Aussenseite.*)

Ausserdem absorbiren die Schlackenmassen, die sich bilden, grössere Wärmemengen.

§. 72. Die Cupolöfen der Kgl. Eisengiesserei zu Berlin arbeiteten, wie schon früher erwähnt worden ist, mit verhältnissmässig gepresstem Wind, von einem wirklichen Cylindergebläse comprimirt, und verbrauchten ca. 22 Pfd. Cokes pro 100 Pfd. Einsatz. Da die Oefen bekanntlich weite Gestelle und enge Oberschächte hatten, so wurde die Intensität der Verbrennung durch die starke Windpressung besonders gesteigert, wenigstens soweit, um die Kohlensäureproduktion stark hervortreten zu lassen. Sie wird den räumlichen Verhältnissen des Schachtes entspechend, der 1/2 Fuss über den Formen begann, sich verjüngt und in dieser Gestalt nach dem resultirenden Schachtprofil früherer Campagnen zugestellt, 1/5 des ganzen Kohlenquantums in Anspruch genommen haben.

Das Gebläse lieferte pro Minute etwa 1800—2000 Kubikfuss Wind nach dem Regulator, wo ein Druck von ca. 3 Zoll Quecksilber als das Maximum, gewöhnlich nur von 2 Zoll, wahrgenommen wurde. Die Oefen wurden nur mit 3—4 von den 6 Düsen betrieben und

*) In dem schon citirten Aufsatz des Verfassers ist kurzweg das Verhältniss zwischen Kohlenoxyd und Säure auf 5 : 1 angenommen, doch dürfte die obige Rechnung richtiger sein.

es hatten dieselben $1^1/_2$ Zoll mittleren Durchmesser, wenn sie neu eingesetzt waren.

Nimmt man an, dass der Druck durch Leitungsumstände u. s. w. im Windkasten nur noch 1 Zoll Quecksilber beträgt, so ergiebt sich nach der citirten Tabelle ein aus den Düsen strömendes kaltes Windquantum von circa 625 Kubikfuss pro Minute.

Nach einer überschläglichen Rechnung wurden pro Minute 35 Pfd. Eisen durchgesetzt, so dass pro 100 Pfd. Eisen etwa 1785 Kubikfuss Luft in den Ofen traten oder 142,5 Pfd., welche 32,27 Pfd. Sauerstoff enthielten.

Die obigen 22 Pfd. Cokes bester Qualität kann man mit nicht weniger als 95 Prc. Kohlenstoffgehalt in Rechnung stellen; sie entsprachen also 20,90 Pfd. Kohlenstoff.

Dieser verlangte, um in Kohlenoxyd überzugehen, 27,86 Pfd. Sauerstoff, so dass von dessen Gesammtquantum 32,27 Pfd. noch ein Ueberschuss von 4,41 Pfd. übrig blieb, welcher der weiteren Oxydation von 3,37 Pfd. Kohlenstoff entsprach, also ca. $^1/_5$ der ganzen Masse, wie oben schon hervorgehoben.

Die entwickelte Wärmemenge berechnet sich hiernach in folgender Weise:

3,37 Pfd. Kohlenstoff verbrannten zu Kohlensäure und geben	26,960 W.-E.
16,53 Pfd. Kohlenstoff verbrannten zu Kohlenoxyd und gaben	36,672 W.-E.
zusammen also	63,632 W.-E.

oder knapp das Dreifache der theoretisch nothwendigen Wärmemenge. Auch in diesem Fall muss man annehmen, dass das Eisen höher erhitzt wurde als zu 1500°, namentlich in einigen Stadien der Schmelzcampagnen — wenn Kunstguss und feiner Maschinenguss aus sehr haltbarem Eisen gemacht werden sollten.

Der Dicke des Ofenfutters wegen konnte der Strahlungsverlust nur gering sein, während die Leitungsverluste und die Erwärmung der Gebläseluft das Meiste des verbrauchten Brennstoffüberschusses beansprucht haben dürften.

§. 73. Die Cupolöfen der Magdeburgischen Aktiengesellschaft etc., welche weiter oben §. 51 Berücksichtigung gefunden haben, erhalten einen nur schwach gepressten Wind, wegen Mangel genügender Ventilatorenkräfte und blasen mit $^3/_8$—$^5/_8$ Zoll Quecksilber, je nach der Grösse und Schwere der Güsse, und durch 2 Düsen von 6 Zoll Weite.

Die Oefen, von 3 Fuss Weite, schmelzen pro Stunde etwa 55 Ctr. durch und erfordern 15 Pfd. Cokes pro 100 Pfd. Durchsetzquantum; da die Cokes ebenfalls aus England bezogen werden und sich ziemlich rein darstellen, so kann man wenigstens 95 Proc. Kohlenstoff in denselben annehmen, also 14,25 Pfd. Die Windmenge, welche pro Minute in den Ofen tritt, ist nach der Tabelle 2485 Kubikfuss, sobald die Angaben der 6 Zoll grossen Formen und der $^3/_8$ Zoll Pressung richtig sind. Da in der Zeit einer Minute 91,66 Pfd. Roheisen durchgesetzt werden, eine Zahl die von den Angaben früherer Beispiele bedeutend abweicht, befremdet der hohe Windconsum nicht länger.

Berechnet man denselben auf 100 Pfd. Roheisen, so erhält man ca. 2710 Kubikfuss kalte Luft = 217 Pfd., in welchen etwa 50 Pfd. Sauerstoff sich vorfinden, die jene 14,25 Pfd. Kohle verbrennen.

Das Verhältniss, in welchem die Verbrennung geschieht, ergiebt sich sofort aus dem Vergleich der beiden Werthe; es kann den angegebenen Verhältnissen nach nur Kohlensäure produzirt werden oder es muss ein grosser Theil der Luft entweichen ohne gewirkt zu haben. Ein solcher Vorgang würde aber auch andererseits abkühlend auf das Eisen gewirkt und dadurch den Cokesverbrand gesteigert haben.

Jene 14,25 Pfd. Kohlenstoff beanspruchen zur Kohlensäurebildung nur 45,6 Pfd. Sauerstoff, also 4,4 Pfd. weniger als durch das Gebläse geliefert wird.

Sie entbinden folglich: 14,25 . 8000=114000 W.-E., zeigen also, wie widersprechend die ökonomischen und die calorischen Verhältnisse eines Ofens sein können und wie viel Wärme verschwendet werden kann, ohne deshalb mehr Brennstoff zu gebrauchen. Ein solches

Verbrennungsverhältniss, wie das eben berührte, gehört indessen zu den Seltenheiten und es ist anzunehmen, dass dennoch Kohlenoxydbildung statt findet, dafür aber Eisenverschlackung und Graphitabbrand eintreten mag; eine Vermuthung, welche durch die Bevorzugung grobkörnig graphitischer Roheisensorten bestätigt wird.

§. 74. Der Maillard'sche Cupolofen, dessen Einrichtung im ersten Band (S. 367, Taf. VI, Fig. 1—4) ausführlich beschrieben wurde, weil einige Details derselben sich auch recht gut bei anderen Oefen verwerthen liessen, dessen ganze Betriebsweise jedoch nicht gleiche Vortheile bietet — lieferte die nachstehend in Rechnung gebrachten Resultate:

Man bläst immer mit zwei einander gegenüber stehenden Formen zugleich, von denen jede 14,5 Centim. Weite hat und wendet eine Pressung von nur 15—18 Centim. Wassersäule an. Dabei erzielt man pro Stunde ein Quantum von ca. 1500 Kilo = 30 Ctr. sehr hitziges Roheisen und braucht auf 100 Kilo Roheisen etwa 10,29 Pfd. Cokes, wovon 6,08 zum Umschmelzen selbst dienen; der Abbrand steigt noch nicht auf 4 Prc.

Die Windmenge pro Minute beträgt nach den gemachten Angaben für beide Formen etwa 89 Kubikmeter oder 2874,7 Kubikfuss; in derselben Zeit werden ca. 50 Pfd. Eisen durchgesetzt, also erfordern 100 Pfd. auf 10,29 Pfd. Cokes 5749,4 Kubikfuss oder 460 Pfd. Luft mit etwa 105,8 Pfd. Sauerstoff. Dieses ist mehr als die zehnfache Menge der zu verbrennenden Kohle, motivirt also die Annahme der ausschliesslichen Kohlensäureproduktion.

Die Wärmemenge, die hervorgebracht wird, beträgt

$$10{,}29 \times 800 = 82{,}320 \text{ W.-E.},$$

also das Dreiundeinhalbfache der zur Schmelzung des Roheisens nothwendig erforderlichen Menge. Da die Maillard'schen Oefen den Diensten der Kanonengiessereien zu St. Gervais u. Nevers gewidmet sind, so rechtfertigt sich die Voraussetzung, dass das Eisen eine höhere Temperatur erhalten dürfte und sollte, als die hier zur Grundlage der Rechnungen gewählte von 1500° C.

§. 75. Die Ireland'schen Cupolöfen ergeben folgende theoretische Vergleiche.

Die grossen Cupolöfen, welche Ireland zu Bolton erbaut, wurden bekanntlich zum Guss einer Dampfhammerchabotte errichtet, welche für das dortige Bessemerwerk dienen sollte.

Der Ofen, welcher 4 Formen von 8 Zoll Weite und 16 Formen von 3 Zoll Weite hatte, wurde mit Wind von einer gleichmässigen Pressung von 14 Zoll Wasser betrieben und schmolz in $8^3/_4$ oder, nach Anderen, in nur 8 Stunden, 2200 Ctr. Eisen nieder.

An Cokes waren, einschliesslich der Füllung, $1^1/_4$ Ctr. = 140 Pfd. englische Cokes pro Tonne Durchsatz erforderlich, d. h. 7 Pfd. pro Ctr. = 112 Pfd.

In welcher Weise die Verbrennung stattgefunden, lässt sich folgendermaassen bestimmen:

Durchgesetzt wurden pro Minute 512,5 engl. Pfd. Roheisen (nebst Stahlabfällen in geringer Quantität), welche nach obiger Relation etwa 32 englische Pfd. Cokes beanspruchten.

Die Windmenge pro Minute ergiebt sich nach der erwähnten Windtabelle auf

18,22 Kubikmeter für jede obere Form und auf
214,80 Kubikmeter für jede untere Form.

Mithin beträgt die gesammte Windzufuhr
durch die 8zölligen Formen 291,5 Kubikmeter,
durch die 3zölligen Formen 859,2 Kubikmeter,
zusammen also 1150,7 Kubikmeter oder
37,167,61 Kubikfuss, welche nur durch ein raschgehendes Doppelcylindergebläse von ziemlichen Dimensionen geliefert werden konnten. Diese colossale Windmenge wurde zum grössten Theil verbraucht, um die hohe Schmelzsäule locker zu halten und es musste sich überall ein solcher Ueberschuss an Sauerstoff herausstellen, dass sämmtlicher Kohlenstoff in Kohlensäure übergeführt werden konnte.

Nach den gemachten Angaben erfordern
100 Pfd. Roheisen 6,2 Pfd. Cokes bester Qualität à 95 Proc. Kohlenstoff, also 5,9 Pfd. Kohlenstoff;

dazu werden ihm 7447,3 Kubikfuss oder 597,6 Pfd.
Luft mit 134,4 Sauerstoff zugeführt,
also ein bedeutender Ueberschuss.

Berechnet man die Wärmemenge, welche 5,9 Pfd. Kohlenstoff entwickeln, indem sie zu Kohlensäure verbrennen, so erhält man

47,200 Wärmeeinheiten, also noch immer nahezu das Doppelte der erforderlichen
22,000 W.-E.

Die hohe Temperatur, welche nothwendig ist, Stahlabfälle mit Roheisen zu legiren, so wie die Leitungsverluste durch Stickstoff- und Kohlensäure, machen hier den Mehrverbrauch an Wärme leicht erklärlich.

§. 76. Die Ireland'schen Oefen der Borsig'schen Eisengiesserei, welche für regelmässigen Betrieb kleineren Umfangs als Muster gelten können, geben zu den folgenden Berechnungen Veranlassung.

Diese Oefen schmelzen durchschnittlich 100 Pfd. Roheisen mit 12 Pfd. Cokes durch und blasen dabei mit sämmtlichen Formen, von denen die 8 oberen im Maximum $2^1/_2$ Zoll, die 4 unteren 5 Zoll Weite haben. (Die Dimensionen der Zeichnung Bd. I, Taf. VIII, Fig 3—5 sind $5^1/_4$ und $2^1/_4$ Zoll, doch haben sich bei Reparaturen Veränderungen dieser Verhältnisse wünschenswerth gezeigt).

Die gewöhnlich ausreichende Windpressung zu 15 Zoll angenommen, ergeben sich folgende Verhältnisse für die Windzuführung:

die 8 oberen Düsen liefern nach der Neuschild'schen Tabelle 109,44 Kbkm.,
die 4 unteren Düsen 218,92 Kbkm.
zusammen 328,36 Kbkm. od. 10,606 Kbkfuss pro Minute.

Hierzu muss bemerkt werden, dass diese Leistung ein Maximum repräsentirt und auch nur mit einem durchaus selbständigen Ventilator möglich ist. Da im Anfang immer nur mit den unteren Düsen geblasen wird und auch im Verlauf des Betriebes häufig die Schieber etwas zugezogen werden, die beide Wind-

ringe und Düsenetagen von einander trennen, so hat eben die obige Zahl als höchster Grenzwerth zu gelten.

Da nun annähernd 75 Pfd. pro Minute verschmolzen werden, entsprechen obigen 100 Pfd. Eisen über 14,000 Kubikfuss Wind oder 1120 Pfd. Luft mit 257 Pfd. Sauerstoff, der also mehr als ausreicht, den auf 11,40 Pfd. zu veranschlagenden Kohlenstoffgehalt der Cokes zu Kohlensäure zu verbrennen.

Auch hier lässt sich mithin ein Luftüberschuss nachweisen, der stets gefährlich ist, sobald schwedisches Eisen oder sonst ein leicht frischendes Material verschmolzen wird.

Die Wärmeentwickelung ist hiernach folgende:

Es erzeugen 11,40 Pfd. Kohlenstoff etwa 91,200 Wärmeeinheiten, welche immerhin eine bedeutende Brennstoffverschwendung trotz der anscheinenden Ersparniss darstellen. Würde die vollkommene Verbrennung durch eine Verminderung der Luftzufuhr mehr im Interesse der Schmelzung als in dem der Lufterhitzung ausgenutzt, so würde der Kohlenverbrauch vermindert werden. Er wird noch kleiner bei rapiderem Gichtenwechsel und gutem Brennstoff — vielleicht würde ein Verlegen des Windvertheilungsapparates mehr nach unten hin das rasche Entweichen der Luft im lockerer geschichteten Oberschachte vermindern.

Der Ofen von Gerhardi (s. Taf. I, Fig. 4—11 und S. 80, §. 54) arbeitet ebenfalls mit 15 Zoll Wasserdruck, so wie mit 4 Formen zu 5 Zoll und 8 Formen zu $2^5/_8$ Zoll; dieselben sind aber quadratisch und haben deshalb grössere Querschnitte als die Windzulässe des Borsig'schen Ofens.

Die 4 unteren Formen liefern deshalb	272,36 Kubikm.
die 8 oberen Formen	165,76 Kubikm.
zusammen also	438,12 Kubikm.

Wind in das Innere des Ofens, also 14,151,3 Kubikfuss.

Der Ofen setzt pro Stunde im Mittel 50 Ctr. Eisen durch, also pro Minute etwa 83 Pfd. und es kämen

somit auf 100 Pfd. Eisen und 13½ Pfd. Cokes etwa 17,049 Kubikfuss gleich 1363,9 Pfd. Luft mit 314 Pfd. Sauerstoff — so dass auch hier nur Kohlensäure erzeugt werden kann.

Die Wärmequantität, welche 13½ Pfd. Kohle mit ca. 90 Prc. Kohlenstoff hervorbringen, beläuft sich demnach auf ca. 97,200 Wärmeeinheiten und es finden hierbei ebenfalls ähnliche Ursachen des Wärmeverlustes statt, als bei dem Borsig'schen Ofen.

§. 77. Der Cupolofen von Krigar und Eichhorn auf der Königin Marienhütte, dessen Resultate im §. 60 ausführlich mitgetheilt sind, wird mittelst Lloyd'scher Ventilatoren betrieben (die im Bd. I, S. 623, Taf. XVII, Fig. 9—12 beschrieben und abgebildet wurden) und kann man, obwohl bestimmte Angaben hierüber dem Verfasser nicht zu Gebote stehen, annehmen, dass die Pressung keinesfalls höher als 15 Zoll Wassersäule sich stellt, wie sie ja auch der Lloyd'sche Ventilator bei Borsig durchschnittlich ergiebt.

Dieses vorausgesetzt — berechnet sich die Windmenge, welche durch die beiden 3 Zoll breiten und 14 Zoll langen Oeffnungen in das Ofengestell eintritt, auf zusammen 236 Kubikmeter = 7622,8 Kubikfuss pro Minute. Da nun pro Stunde über 60 Ctr. durchgesetzt werden (obwohl man diese Zahl bis auf 80 Ctr. treiben kann), so sind pro Minute gerade 100 Pfd. zum Schmelzen gelangt — diese 100 Pfd. Durchsatz erforderten an Zwickauer Cokes 15,7 Pfd., an westfälischen 10,4 Pfd. und erhielten zur Verbrennung derselben die obige Luftquantität von 7622,8 Kubikfuss = 610 Pfd. oder = 140 Pfd. Sauerstoff, welche augenscheinlich genügen, den Kohlenstoff der Cokes in Kohlensäure zu verwandeln.

Rechnet man den Kohlegehalt der Zwickauer Cokes auf 75 Prc. und den der westfälischen (bis jetzt von Marten bezogen und von sehr guter Qualität) auf 95 Prc., so ergeben sich die nachstehenden calorischen Effekte.

15,7 Pfd. Zwickauer Cokes à 75 Prc. enthalten
11,8 Pfd. Kohlenstoff, der zu Kohlensäure verbrennend = 94,400 W.-E. liefert,
10,4 Pfd. Westfälische Cokes à 90 Prc. enthalten
9,36 Pfd. Kohlenstoff, der zu Kohlensäuse verbrennend = 74,880 W.-E. ergiebt.

Wir haben es auch hier mit einem Apparate zu thun, welcher das Roheisen stark überhitzt und in Folge dessen mehr Wärme für seine Funktion beansprucht, als die früher festgestellten theoretischen Voraussetzungen annehmen lassen. Rechnet man hinzu, dass der Druck der Gebläseluft sehr hoch angenommen ist und man mit 10 Pfd. Pressung ganz ebenso gute Resultate erzielt hat; ferner, dass die Armatur und Bauart des Ofens seine Strahlungsverluste bedeutend vergrössern, wofern der Apparat nicht mit starkem feuerfesten Kitte und mit Isolirschicht versehen wird: so muss man doch zugeben, dass der Krigar'sche Ofen einen der besten Schmelzapparate für Roheisen vorstellt und wohl verdient, das Prinzip in der Anwendung weiter cultivirt zu sehen.

§. 78. Am Schlusse unserer vergleichenden Betrachtung des Betriebes und der Leistung einzelner Cupolöfen angelangt, wollen wir nochmals kurz das Ergebniss derselben zusammenfassen.

Wir haben gesehen, dass die älteren Apparate mit geringen Düsenquerschnitten nur in Ausnahmefällen leidliche ökonomische Resultate gegeben haben und dass die Resultate namentlich da schlecht waren, wo die Höhe der Oefen zu gering war, um eine ordentliche Vorbereitung der Gichten zuzulassen.

Es hat sich herausgestellt, dass Steigerung der Windmenge und Pressung nur vortheilhaft wirken können, wenn die Höhe der Apparate in entsprechender Weise vergrössert wird, um ein möglichst langsames Austreten der Gase zu erzielen und in Folge davon eine möglichst weit gehende Abgabe der Ueberhitze an die obersten Gichten. Auf diese Weise allein wird die Menge Wärme wieder zum Theil nutzbar gemacht, welche durch die eingeblasene Luft-

menge absorbirt wird, um die Temperatur zu erreichen, die im Apparat die herrschende sein soll. Wie enorm dieser Wärmeconsum sein kann, geht aus den Anführungen Mallet's hervor (§. 66, S. 99); für jeden Fall diesen in Rechnung zu ziehen, erschien hier nicht gerechtfertigt, weil im zweiten Theil dieser ersten Abtheilung doch ein Vergleich der Funktionen aller drei Ofenarten stattfindet, und hierbei an einem oder dem anderen der vorhergehenden Beispiele auch die Grösse dieser Verbrauchsquelle an Wärme erläutert werden soll.

Soviel kann indess hier bereits angeführt werden, dass der dabei eintretende Verlust nur die mit den frei abziehenden Gasen entweichende Wärmemenge darstellt, die um so mehr zunimmt, als sich die Temperatur derselben steigert. als mithin die Oefen niedriger sind, resp. das Missverhältniss der Höhe derselben zur Windquantität zunimmt.

Ausnahmen von dieser vortheilhaften Construktion sind zu constatiren überall, wo sehr strengflüssige Eisenmassen zu verschmelzen sind; ferner, wo empfindliche, leicht frischende Sorten häufig zur Verwendung kommen.

Immer bleibt es aber vortheilhafter in höheren Oefen als in niedrigen und mit grosser Windmenge, als mit kleiner zu schmelzen.

§. 79. Die Gezähe und Geräthe des Cupolofens sind sehr einfacher Natur; die Aufgeber bedienen sich zum Cokesschütten eisener oder hölzerner Schwingen von bestimmtem Inhalt ($^1/_2$ Scheffel bis 1 Scheffel), die mittelst durchbrochener eiserner Schaufeln gefüllt werden.

Zum Aufgeben des Eisens bedient man sich keiner besonderen Geräthe — nur das Brucheisen wird für jede Gicht entweder in einem Gefäss gewogen oder blos abgemessen, nachdem der ganze Vorrathhaufen schon früher dem Gewicht nach bestimmt worden ist.

Wo Aufzüge vorhanden sind, wendet man starke eiserne Wagen an, um Eisen sowohl als Cokes auf

den Aufzug und durch diesen nach der Gicht zu befördern. Diese Wagen haben ein starkes niedriges Gerüst mit 4 Rädern und darauf entweder eine eiserne resp. stark mit Eisen beschlagene Holzplattform, oder einen ein bestimmtes Maass repräsentirenden Kasten von starkem Blech, der Bauart und Grösse der Cokeskarren bei den Hochöfen entsprechend; — je nachdem es sich beziehungsweise um Eisen- oder Kohlentransporte handelt.

Die Schmelzer der Cupolöfen haben wesentlich nur zwei Arten von Geräthen, die Abstichstangen (Fig. 7, Taf. II) und die Stopfhölzer (Fig. 8). Beide Arten von Instrumenten müssen mehrfach vorhanden sein, um theils besser im Stand zu bleiben, theils wie die Stopfhölzer mit neuem Material belegt werden zu können, während der Betrieb ungehindert vorwärts geht. Eine grosse Krücke (Fig. 9) zum Ausziehen der Cokes, diverse kleine Spiesse (Fig. 10) zum Reinigen der Formen, schwere Brechstangen (Fig. 6), um den unteren Theil des Schmelzschachtes von allen anhängenden Schlacken zu befreien — vervollständigen das einfache Inventar des Ofenschmelzers. Rechnet man noch das nothwendigste Mauergeräth hinzu, um den Herd und das Gestell repariren und ausflicken zu können, so dürfte ziemlich Alles genannt sein, was zu einer Cupolofenschmelzerei an Geräthen nothwendig ist.

cc) Betrieb der Flammöfen.

§. 80. Obwohl der Flammofenbetrieb weniger allgemeine Wichtigkeit erlangt hat, als der Schachtofenbetrieb, so ist doch für gewisse Materialien und Produkte seine Anwendung nicht zu umgehen, und der I. Band dieses Werkes beweist dieses schon durch die verhältnissmässig reiche Auswahl an Flammofenprofilen, die er bietet.

Das Vorurtheil, welches in vielen Köpfen für und gegen den Flammofen herrscht und einerseits zur unbedingten ausschliesslichen Adoption, andrerseits zur ebenso entschiedenen aber unbegründeten Verwerfung

führt — entspringt aus der einseitigen Auffassung der Vor- und Nachtheile des Apparats. —

Während ein gutgeleiteter Flammofen das beste und stärkste Eisen unverändert zu schmelzen im Stande ist, wie es beispielsweise die Artillerie gebraucht und das Eisen in vollkommen flüssigem Zustand herstellt — ist es sehr leicht, bei schlechter Ofenconstruktion und nachlässiger Bedienung des Ofens das beste Eisen vollständig zu deterioriren und für bestimmte Zwecke absolut unbrauchbar zu machen.

Dasselbe kann aber beim Schachtofenbetriebe ebenso leicht geschehen und geschieht nur insofern wohlfeiler, als der Flammofenbetrieb, wenn nicht continuirlich angewendet, mehr Brennstoff für denselben Einsatz, d. h. mehr Zeit zum Schmelzen beansprucht.

Wenn man es dahin bringen wird, den Flammofen continuirlich zu betreiben, verschwindet dieser Vorzug des Schachtofens, der allerdings für die Besitzer von Giessereien eine sehr gewichtige Rolle spielt, und es kommt dann blos noch auf die zweite Hälfte der ökonomischen Frage, die Anlage- und Unterhaltungskosten an, um die rein technische Frage frei von allen Nebenumständen und Conjunkturen ins Auge fassen zu können.

Unserer Ansicht nach muss aber bei der Wahl unter zwei solchen Apparaten der technische Gesichtspunkt innegehalten werden, sobald man mit der Fabrikation ein bestimmtes Ziel zu erreichen hat. Soll eine Qualitätensumme von gewisser Höhe dem Eisen erhalten oder zugeführt werden, so ist darauf zu sehen, welcher Apparat dieses in der verlangten Weise thut. Jede Wahl ist dagegen zu vermeiden, welche die Erreichung des Zieles stört oder aufhebt, auch wenn im ersten Augenblick Sparsamkeitsrücksichten oder Nachahmung dazu veranlassen könnten.

Das im I. Bd. (S. 533) Gesagte über beide Ofenarten widerspricht dem eben Gefolgerten durchaus nicht, insofern es nur im Allgemeinen feststellt, dass für den gewöhnlichen currenten Betrieb - Cupolöfen

vor den Flammöfen sich unter den meisten Umständen eignen würden.

§. 81. Wie bei dem Schachtofenbetrieb handelt es sich hier zunächst um Wahl und Behandlung der hauptsächlichsten Materialien, Eisen und Brennstoffe, um das Vorbereiten des Apparates, die Inbetriebsetzung desselben und die Erreichung des gewünschten Zieles: Schmelzung des Roheisens. Der Guss und die vollständige Entleerung der Oefen bildet den Schluss dieser allgemeinen Betrachtungen — denen sich dann einige kurze Beispiele der Oekonomie und des Ausbringens bei dieser Schmelzmethode anknüpfen lassen. Eine vergleichende Rechnung zeigt, wie bei den anderen Ofenarten, die Abstände der theoretischen Anforderungen und praktischen Erfolge.

Mehr noch als bei dem Schachtofenbetrieb ist hier die äussere Physiognomie der Schmelzung eine allen Einzelfällen gemeinsame; selbst bei den abweichendsten Profilirungen der inneren Ofengestalt verläuft der currente Betrieb immer gleichartig; höchstens in den Vorbereitungen, im Besetzen der Oefen ändert sich Einiges nach Form und Zweck der Apparate.

Die Wahl des Materials ist eine beschränkte, weil die Anwendung der Flammöfen selbst sich nur auf bestimmte Aufgaben beschränkt, deren Zahl in neuester Zeit durch die Ausbildung des Schachtofenbetriebes wesentlich verringert wurde.

Dagegen bleiben diejenigen Fälle noch wichtig genug, welche die Anwendung der Flammöfen erfordern, um einige Ausführlichkeit in Betreff der Wahl des Materials zur Schmelzung zu gestatten.

Diese Fälle sind vor allen Dingen die Darstellung der eisernen Geschütze schweren Kalibers, wie sie früher an mehreren Orten, jetzt nur noch zu Finspong in Schweden, sowie in Amerika und Russland mit einigem Erfolge ausgeführt wird; dann der Guss schwerer Walzen, deren Qualität noch immer von den aus dem Cupolofen gegossenen nicht erreicht wurde (gleiche Sorgfalt vorausgesetzt).

Andere Stücke, z. B. schwerer Maschinen- und Baugurss, lassen sich ebenso gut aus dem Schachtofen giessen und erfordern nicht besondere Vorsichtsmaassregeln, obwohl im manchen Fällen der Flammofen bessere Resultate giebt, die in einer leichten Veränderung des Roheisens liegen.

§. 82. Das Roheisen, welches hiernach vorwiegend zum Verschmelzen in Flammofen gewählt wird, ist alles reine gaar erblasene hellgraue oder leichthalbirte Roheisen, das die grössten Werthe der absoluten Festigkeit repräsentirt. — Weil ein solches Eisen sehr empfindlich ist, wird es in allen Fällen, wo man seine Eigenschaften zu conserviren oder zu verbessern sucht, besser sein, dasselbe im Flammofen zu schmelzen, wo es dem Contakte des Brennstoffs nicht ausgesetzt ist und bei geschickter Behandlung an Härte und Sprödigkeit abnimmt.

Ein solches Eisen ist in diesem Werk bereits vielfach genannt worden; es ist im Allgemeinen das aus reinen und reichen Erzen von mittlerer Reduktibilität und Schmelzbarkeit erzeugte Roheisen, welches hier gemeint ist. Es gehören von bekannten Sorten in diese Klasse:

Das Roheisen von Finspong und Åker in Schweden und von Arendal u. a. O. in Norwegen, beide bei Holzkohlen aus Magneteisensteinen erblasen.

Das Roheisen von Salisbury, Greenwood u. a. O. in Connecticut (Ver. Staat.) aus Magneteisensteinen und reinen Brauneisensteinen mit Zusätzen anderer Eisenerze erblasen.

Das Roheisen von Goro-Blagodat, Slatoust u. a. O. des Uralgebirges, ebenfalls aus Magneteisensteinen mit theilweiser Umwandlung in Rotheisenstein, bei Holzkohlen erblasen.

Diese Hauptmaterialien des Kanonengusses, auf die später nochmals ausführlicher zurück zu kommen sein wird, zeichnen sich durch eine oft grobhalbirt erscheinende Beschaffenheit aus, die aber mit dem halbirten Weissstrahl oder splittrigen Roheisen keine

Aehnlichkeit im Bruch zeigt. Während hier der Bruch wesentlich glatt sich anfühlt, bemerkt man dort einen sehr ausgesprochenen hakigen Bruch, der auch die bedeutende Festigkeit jenes Eisens beweist.

Am nächsten stehen diesen hoch qualificirten Roheisensorten die Hämatitroheisensorten Englands, wofern sie bei nicht zu hoher Temperatur erblasen worden sind und Silicium in nur geringen Antheilen enthalten. Einige mit kaltem Wind erblasene Marken aus Nord-Wales, z. B. Blaenavon, gehören in mancher Beziehung ebenfalls hierher.

Aehnlich, nur in geringerem Maasse, kehrt jenes hakige Aussehen wieder bei dem Sayner Roheisen aus früherer Zeit, namentlich aber bei den ungarischen und deutschen Roheisensorten, aus Roth- und Brauneisensteinen besserer Qualität dargestellt, sowie bei dem Roheisen von Mariazell, dessen Herkunft im I. Bd., S. 44 u. ff. bereits berichtet wurde diese Roheisensorten, zu denen die grauen und schwachhalbirten Marken des Harzes, Nassaus und Westfalens gehören, eignen sich nur noch zum Walzenguss und zur Darstellung fester Maschinentheile, während sie für Geschützanfertigung nicht Garantien genug gewähren.

§. 83. Die Form, in welcher das Roheisen zum Einsetzen in den Ofen kommt, ist ebenso wenig gleichgiltig als beim Cupolofenbetrieb; indessen kann man sich nach gewisser Richtung doch etwas mehr Freiheit gestatten, vorzüglich wenn es nicht so sehr auf die äussere Qualität des Gusses ankommt. Dieser letztere Fall findet nämlich statt, sobald es sich um Umschmelzen grösserer Stücke oder um das Legiren handelt; wie schon früher nachgewiesen, wird der Flammofen in vielen Eisengiessereien, namentlich, wenn sie dem Bezugsort des Brennstoffes fern liegen, nur deshalb gebraucht, weil oft so grosses Material zu verschmelzen ist, dass man dasselbe keinem Cupolofen zumuthen kann und weil die anderweitige mechanische Zerkleinerung theils zu kostbar, theils unmöglich ist.

Für Güsse wie Geschütze, Walzen von vor-

züglicher Qualität, Cylinder zu hydraulischen Pressen u. s. w. ist es nothwendig, auf eine durch praktische Erfahrung festzustellende gleichmässige Form und Grösse der Einsatzstücke zu halten, weil es in solchen Fällen auf rasches Schmelzen vorzugsweise ankommt. Das letztere ist nicht möglich, sobald grosse und kleine Stücke desselben oder verschiedenen Eisens neben einander gepackt werden; die kleinen Stücke schmelzen dann zunächst, und die grossen sind oft einer stundenlangen Einwirkung der Flamme ausgesetzt und in ihrer Qualität verändert, ehe sie zu schmelzen beginnen. Ist es nicht möglich, gleichmässige Stücke zu verwenden, so thut man wenigstens gut, die verschiedenen heissen Zonen des Ofens bei dem Einsetzen in Rücksicht zu ziehen.

Wenn, wie bei dem Corbin'schen Ofen derselbe in glühendem Zustand besetzt wird, oder wenn nach dem Abstich einer Charge unmittelbar eine zweite gemacht werden soll, so versteht es sich von selbst, dass nur gleichmässige und nicht allzugrosse Stücke zur Verwendung kommen dürfen. Es muss dann die Arbeit des Besetzens leicht von Statten gehen, um den Ofen nicht zu sehr abzukühlen.

Alles über das Einsetzen Gesagte lässt sich also dahin resumiren, dass bei Qualitätsguss eine gleichmässige Form und Grösse nothwendig werde; in anderen Fällen aber jede Disposition gut sei, welche die vorzugsweise schweren Stücke in die heissere Zone des Ofens und in die direkteste Beziehung zur Flamme bringe, die kleineren Theile dagegen mehr zurücksetze.

Einen weiteren Unterschied im Besetzen des Ofens macht seine Profilirung; ein Ofen mit gestrecktem Herd wird anders besetzt als einer mit vertieftem Herd.

Bei jenem kommt die gesammte Charge möglichst in die Nähe der Feuerbrücke, während sie bei der anderen Art auf die geneigte Ebene zwischen Herd und Fuchsöffnung gebracht werden muss.

Gleiche Feuerung bei beiden Oefen vorausgesetzt,

erscheint es nicht denkbar, gleiche Erfolge erzielen zu können und daher schreibt sich auch der theilweise schon begründete Unterschied der Leistungen.

Das Mechanische des Besetzens ist zu einfach, um beschrieben zu werden; die Stücke, wenn sie gross sind, werden durch die Einsatzthür in den Ofen gerollt, indem man eine starke Bohle nach der Schwelle hinaufführt oder einen Krahn benutzt, um die Stücke so hoch zu heben.

Eine complizirte Vorrichtung befindet sich hinter den Flammöfen der Kanonengiesserei zu Spandau, die indess keine Nachahmung verdient.

§. 84. Die Inbetriebsetzung des Ofens, nachdem Herd, Stich u. s. w. in Ordnung gebracht, der Einsatz vollendet und die Einsatzthür möglichst dicht verschlossen worden ist, besteht darin, dass zunächst ein leichtes Holz- oder Steinkohlenfeuer auf den Rost geworfen und gebreitet wird, so dass die ganze Fläche desselben bedeckt sein muss. Ist dieses nicht zu erreichen, so ist es gut, das Feuer nicht unmittelbar auf den Rost zu bringen, sondern denselben mit einer dünnen Schicht klarer nussgrosser Kohlen zu bedecken, darauf das Feuer zu werfen, zu vertheilen und schliesslich mit klaren grussfreien Kohlen nicht zu hoch zu beschütten. Dabei braucht man den Fülltrichter nicht ganz zu verschliessen, sondern lässt absichtlich etwas Luft über den Rost treten, um leichter eine Entzündung der Gase und ein rascheres Anbrennen zu veranlassen. Sobald aber der Rost vollständig leuchtend geworden ist, beschüttet man auf's neue in etwas stärkerem Maasse und schliesst den Fülltrichter. Wenn ein Schieber im Schornstein vorhanden ist oder eine Klappe auf dessen Spitze, so öffnet man beide jetzt fast vollständig und arbeitet mit lebhafterem Zug, den man beim Anzünden eigentlich vermeiden soll.

Für empfindliche Mischungen ist auch ferner hier ein etwas schmauchendes Feuer gut, wobei das Vorhandensein von Qualm an der Essenmündung als Index dienen kann — vorausgesetzt, dass die Esse überhaupt nicht immer qualmt.

Erst nachdem das Ofeninnere zu glühen anfängt, kann schärfer gearbeitet werden, um nun das Schmelzen zu beschleunigen; dazu ist in erster Linie eine regelmässige und reine Aufgabe von Brennstoff in möglichst kleinen Portionen erforderlich.*) Je rascher die erkältende Periode des Abflammmens der Kohlen vorüber geht, um so weniger wird der Gang des Schmelzens aufgehalten; dazu gehört indessen eine fortwährende Aufmerksamkeit des Schürers. Der Schmelzer hat währenddem sich vorwiegend mit dem Gang des Schmelzens zu befassen und unter anderen Arbeiten auch das Vorbewegen der entfernt liegenden Schmelzstücke zu bewirken, sobald die vordersten eingeschmolzen sind. Bei besonders homogenen Mischungen ist schliesslich durch zeitweiliges Rühren eine Bewegung und Vertheilung der verschiedenen Eisenschichten erforderlich.

Ist die Schmelzung vollkommmen eingetreten, schwimmen keine Stücke festen Roheisens mehr in der flüssigen Masse herum oder kleben auf

*) Für den Flammofenbetrieb wichtig sind hier anzuführen die im Civilingenieur (N. F., 10. Bd., S. 135) berichteten, von Burnat geleiteten Heizversuche mit Dampfkesselfeuerungen.

Unter Nr. 5 wird der Einfluss des mehr oder weniger häufigen Aufschüttens besprochen und Folgendes erwähnt:

Die Industrie-Gesellschaft zu Mühlhausen hat eine Concurrenz der Heizer veranstaltet und dabei ermittelt, dass bei einem Schütten von 100 Kilo pro Stunde nur Portionen von 5 Kilo, auf mehrere Schaufeln vertheilt, in 3—4 Minuten langen Pausen aufgeworfen, die besten Resultate ergaben.

Marozeau empfahl damals alle 6—7 Minuten Portionen von 10—12 Kilo einzuwerfen.

Morin und Tresca (Des machines à vapeur t. I, Paris, Hachette 1863) erwähnen der Mühlhausener Versuche und leiten daraus ab, dass nachstehende Verhältnisse einander correspondiren:

Leistungen	6,48 :	6,71 :	6,99	Liter Dampf,
Aufgabe	25 :	15 :	10	Kilogr. Kohlen,
Pausen	13,95 :	6,97 :	5,37	Min.

sie empfehlen indess ebenfalls wegen des sonst unmöglich guten Verschlusses der Thüren Pausen von 6—10 Minuten.

der Sohle des Herdes fest — dann setzt man gewöhnlich noch ½—1 Stunde ein vorsichtiges Scharffeuer fort, um das Bad zu überhitzen.

In besonderen Fällen, besonders bei dem Guss der Rodman'schen Kanonen in Amerika, Schweden und Russland lässt man, den Fairbairn'schen Erfahrungen folgend, das Bad noch mehrere Stunden lang der Einwirkung der oxydirenden Gase ausgesetzt, um die Festigkeit des Metalls zu steigern.*)

§. 85. Das Abstechen der Flammöfen erfolgt in der Weise, dass der Inhalt derselben durch das mit trocknem Sand und einem vorgelegten eisernen Pfropfen oder Stein verschlossene Stichloch zunächst in einen mit bündigem Sand ausgeschlagenen flachen Tümpel abgelassen wird. Dieser Tümpel ist nach der Form zu mit einer eisernen Platte verschlossen, die nur eine kleine mit einer eisernen lehmbestrichenen Vorsetzschaufel versehene Oeffnung an der tiefsten Stelle des Tümpels besitzt. Erst wenn alles Eisen aus dem Ofen gelangt ist und sich im Tümpel etwas vermischt hat, lüftet man die Vorsetzschaufel und lässt das Eisen in die Giesskanäle treten, die zu den einzelnen Formen führen.

Der Zweck des Tümpels ist der, das Eisen, welches mit mässiger aber immer gleicher Geschwindigkeit aus dem Ofen tritt, anzusammeln, um demselben eine nach dem augenblicklichen Bedürfniss veränderliche Gussgeschwindigkeit zu geben. Diese Veränderlichkeit erhält man durch die bewegliche Vorsetzschaufel, die gehoben einen starken Strahl, gesenkt einen schwächeren aus dem Tümpel treten lässt.

Demnächst gestattet das Vorhandensein des Tümpels auch, die Schlacke am Einfliessen in die Giesskanäle

*) Vgl. Bd. I, S. 98 u. 99. In seiner Dissertationsschrift, betr. die physikalischen Eigenschaften des Roheisens und deren Werth zur Begründung eines Constitutionsgesetzes für dasselbe, hat der Verfasser die Frage von der Steigerung der Festigkeit durch Erhitzen des Giessbades noch weiter und ausführlicher behandelt.

möglichst zu hindern. Sie bildet eine rasch kalt werdende Decke auf der Oberfläche des den Tümpel füllenden Metalls, und nur geringe Mengen finden am Schluss des Abflusses ihren Weg in die Giessgräben, können aber nicht mehr durch die vollen und ruhigen Eingusstrichter in die Form selbst gelangen.

Begreiflicher Weise lässt sich an Stelle des Tümpels auch eine Giesspfanne anwenden; es ist dieses ein viel reinerer Weg und sicherer in deren Gebrauch, da ein aus Sand gestampfter Tümpel ebenso sorgfältig dargestellt werden muss als eine Herdform. Abgesehen von einer möglichst porösen trocknen Unterlage, muss der Tümpel aus gleichmässig gesiebtem Formsand bestehen, darf keine festen Theile enthalten und namentlich keine Metallstücke.

Feuchtigkeit, zu grosse Dichtigkeit, sowie die Gegenwart kalten Eisens können einen grossen Theil des Metalls, wenn nicht den ganzen Abstich in sprudelnde Bewegung bringen, die oft den Charakter einer Explosion annimmt und das Innere der Giesserei mit flüssigem Roheisen in Tropfen und Lachen vollschleudert. Die kalten Granalien fallen in die Eingusstrichter und Luftauslässe der bereitstehenden Formen und der Schaden ist immer ein bedeutender, wenn es auch gelingt, einen Theil des Abstichs zu verwenden und für den anderen schleunigen Ersatz zu finden.

§. 86. Im Vorstehenden wurde der allgemeine Gang der Arbeit geschildert, der sich denn auch für die einzelnen Oefen wenig ändert.

Die Oefen mit gestrecktem Herd bedürfen allerdings eines lebhafteren Feuers, um gut und flüssig einzuschmelzen, als die Oefen mit vertieftem Herd. Dieser Unterschied spricht sich auch, wie in der Folge gezeigt werden soll, in den ökonomischen Resultaten des Betriebes aus. Man kann deswegen bei den Oefen mit vertieftem Herd eher eine schmauchende Flamme vorherrschend anwenden als bei den Oefen mit gestrecktem Herd und deshalb qualifiziren sich jene besser zum Einschmelzen von festen oder zähen Eisensorten, wie sie der Kanonenguss verlangt. In

gleicher Weise lässt sich unter den Flammöfen der Bessemerhütten die durchgängige Bevorzugung der tiefherdigen Profile erklären.

Ein anderer Faktor, welcher den Gang der Arbeiten modifiziren kann, ist der Brennstoff — welcher in den verschiedensten Arten zur technischen Verwendung kommt. Man schmilzt nicht blos mit Steinkohlen, wiewohl diese das verbreitetste Material vorstellen, sondern bedient sich, je nach den örtlichen Verhältnissen, auch des Holzes, des Torfes, der Braunkohlen und der Brennstoffe, welche die Uebergänge der letzten Klasse zu den wirklichen Steinkohlen bilden.

Natürlich müssen Construktion und Betrieb, vorzugsweise die erstere, sich nach den Eigenschaften des Brennstoffs richten; die Leistung pro Zeiteinheit muss in allen Fällen die gleiche sein, bezogen auf gleiches Roheisen. Je geringer die relative Leistung eines Brennstoffs folglich ist, um so mehr muss der absolute Consum pro Zeiteinheit steigen, um so grösser muss also der Verbrennungsraum, um so rascher auch die Bedienung des Ofens sein. Das sind im Wesentlichen die Grundzüge der verschiedenen Physiognomien des Ofenbetriebes bei verschiedenen Brennstoffen. — Im einzelnen Falle aber findet doch die Inbetriebsetzung und der Fortbetrieb so statt, wie er in den vorhergehenden Paragraphen angegeben wurde. Bis auf Quantität der einzelnen Aufgaben und Grösse der Zeitpausen hat sich nichts wesentlich verändert.

Die besonderen Beispiele der Praxis und die daraus entwickelten Berechnungen werden die verschiedenen Brennstoffe in ihrer Anwendung zum Flammofenbetrieb noch deutlicher erkennen lassen.

§. 87. Zum Betrieb des Flammofens sind an sekundären Manipulationen noch folgende zu rechnen. Um etwaigen Ueberschuss an geschmolzenem Eisen in passende Form zu bringen, disponirt man neben dem Anfang des eigentlichen Gusslaufs, also hinter dem Tümpel, eine bestimmte Anzahl (3—6)

Barrenformen, von der Gestalt der schottischen *pigs* in die Hüttensohle eingedämmt, und lässt in diese durch Seitenläufe das überschüssige Metall ab. Bequemer ist noch die Anwendung von gusseisernen Schalen, die man dick mit Lehm ausschlichten und warm machen muss, um sowohl das Abschrecken als auch das Anhängen zu vermeiden. Man erhält dann sauberere Barren als aus den nur roh und hastig eingedämmten Sandformen und kann gleichzeitig kleine erwärmte Eisenstücke, graues Roheisen, auch Schmiedeeisen in die Formen legen und umgiessen.

In der Art bereitet man sich Legirungen zu verschiedenen Zwecken, ohne besondere Auslagen und in reinster Beschaffenheit. Da man dem Schmelzer und Schürer die so dargestellten sauberen Abfälle bezahlen kann, werden beide für die geringe Mühe beim Zurichten der Abstiche hinlänglich belohnt, denn Abfälle in zerrissenen Brocken, Tümpeln und Fetzen werden nirgends dem Schmelzerlohn gutgerechnet.

Die Gezähe beschränken sich auf nur wenige. Zum Schüren dient eine Kohlenschaufel und eine Herdkrücke (Taf. III, Fig. 1), während mehrere Haken (Fig. 2) und Spiesse (Fig. 3) die Arbeit des Rostaufstörens verrichten helfen. Beim Einsetzen grosser Stücke hilft man mit gewöhnlichen $3\frac{1}{2}$—$4\frac{1}{2}$ Fuss langen eisernen oder 5—6 Fuss langen hölzernen Hebestangen nach, bis die Dinge auf der Schwelle der Ofenthüre liegen; — kleinere Stücke setzt man mit der Setzschaufel ein, einer am vorderen Ende zu einer Breite von 5—6 Zoll in einer Länge von 15—18 Zoll abgeplatteten Brechstange (Fig. 4).

Während des Schmelzens bedient man sich einer Brechstange von gewichtiger Länge und Stärke, wohl 70—80 Pfd. schwer, um die schmelzenden Stücke zu wenden und zu bewegen (Fig. 5).

Ein Löffel an langem Stiel ist ausserdem oft nöthig, um Proben zu nehmen (Fig. 6), ebenso eine halbleichte Krücke zu etwa nöthig werdendem Rühren (Fig. 7).

Beim Abstechen dient ein gekrümmter Spiess

(Fig. 8) — um dem Arbeiter das Bücken nicht zu schwer zu machen; die Vorsetzschaufeln (Fig. 9), die Schaufeln zum Absetzen (Fig. 10) müssen in hinreichender Zahl vorhanden sein, um leicht gewechselt werden zu können.

Die Barrenmodelle, oder im anderen Falle die eisernen Barrenformen sind schliesslich ebenfalls, doch in mehr accessorischem Sinn, zu den Geräthen der Flammofenmannschaften zu rechnen.

Beispiele für den Flammofenbetrieb.

§. 88. Die Flammöfen der Kgl. Eisengiesserei zu Berlin, von welchen einer in den Fig. 2*a* u. *b* der Taf. XII des I. Bandes abgebildet ist, repräsentirten eine der ältesten Formen des gestreckten Herdes und wurden ziemlich häufig in Betrieb gesetzt, sobald Lehmformen von einem bestimmten Gewicht angefüllt oder solche Gegenstände abgegossen werden sollen, die eine starke Bearbeitung erfuhren. Man setzte gewöhnlich hierzu eine Mischung von schottischem Eisen, altem Brucheisen von guter Qualität und härterem Holzkohleneisen und variirte die Verhältnisse je nach Bedarf und nach den gemachten Erfahrungen.

Das Eisen zu grauem dichten Lehmguss musste ein kurzes und wenig lebhaftes Spiel zeigen, dessen Deutlichkeit die Graphitausscheidung verhinderte die bei schottischem Eisen stets stärker auftritt, als bei dichterem Material. Die schmauchende Flamme und der geringe Zug des Ofens trugen auch das Ihre dazu bei, um den Charakter des Einsatzes weniger zu verändern, als scharfer Zug und klare Flamme. Darin liegt denn auch die Ursache des Kohlenaufwandes verborgen, der nicht zu den kleinsten gehörte.

Im Jahre 1869 wurden aus dem Flammofen 754 Ctr. 1 Pfd. Gusswaaren dargestellt und dazu 79,903 Pfd. Roheisen und 684 Scheffel Steinkohlen verbraucht. Rechnet man den Scheffel Stückkohlen mit etwa 90 Pfd. (die Tonne = 4 Scheffel = 360 Pfd.), so erforderten

100 Pfd. Einsatz etwa 77 Pfd Kohlen und gaben 94,3 Pfd. Gusswaaren, also einen Abbrand von 5,7 Pfd. oder Prc.

In welcher Weise die Abfälle zurückgerechnet wurden, ist nicht angegeben worden, doch kamen dieselben höchst wahrscheinlich dem Ofen wieder zu gute, ohne besonders gewogen zu werden.

In einigen der folgenden Beispiele werden sich genauere Aufstellungen über diese Verhältnisse machen lassen, da dem Verfasser eine grössere Anzahl von Notizen zu Gebote stehen.

§. 89. Die Flammöfen auf der Kgl. Eisengiesserei bei Gleiwitz, welche auf Taf. X u. XI, sowie in Fig. 1*a* u. *b* der Taf. XII des I. Bandes ausführliche Darstellung gefunden haben, zeigen in allen fünf Apparaten ziemlich gleiche Verhältnisse. Ihre Einsatzfähigkeit schwankt von 75—110 Ctr.; gewöhnlich waren es Einsätze von 75—80 Ctr. die regelmässiger und häufiger vorkommenden.

Der Betrieb ist indessen verschieden, je nach der Werkstatt, welcher der betreffende Ofen angehört; zwei Oefen stehen der Lehmförmerei und drei der Massenförmerei zu Gebote, obwohl es in manchen Fällen zweckmässig gewesen wäre, in der Lehmförmerei eine doppelt so starke Quantität flüssigen Roheisens bereit zu haben.

Während daher in der Lehmförmerei Gegenstände in weichem Guss von allen Formen und Dimensionen hergestellt zu werden pflegten, waren die Flammöfen der anderen Hütte in erster Reihe für den Walzenguss bestimmt und die übrigen Fälle waren Ausnahmen.

Es bietet sich deshalb hier die interessante Gelegenheit, die Resultate des Flammofenbetriebes in beiden Anwendungen mit einander zu vergleichen, umsomehr, als jede Charge einzeln notirt zu werden pflegte und der Flammofenguss überhaupt einer besonderen Vorliebe sich erfreute.

Im gleichen Zeitraum, den wir auch zur Veranschaulichung der Resultate bei dem Cupolofenbetrieb desselben Werkes gewählt, dem II. Quartal 1863, wurden an Gusswaaren aus den Flammöfen dargestellt:

im April 490,87 Pfd.
im Mai 444,50 Pfd.
im Juni 417,00 Pfd., zus. 1352,37 Pfd. Gusswaaren.

Diese erforderten
1337,45 Pfd. Roheisen und
834,55 Pfd. Bruch- resp. Tümpeleisen,

also 2172,00 Pfd. Einsätze überhaupt, sowie 342½ Tonnen Kohlen à 350 Pfd. und lieferten ausser den Gusswaaren 477,00 Pfd. Tümpeleisen zum Betriebe zurück, sowie 173,00 Pfd. Ausschussgüsse (in fünf Abstichen). Die Zahl der Abstiche betrug im Ganzen 45. Es gaben mithin 100 Pfd. Einsatz:

62,26 Pfd. Gusswaaren,
21,96 Pfd. Tümpeleisen,
7,97 Pfd. Brucheisen

zusammen 92,19 Pfd. Produkte;
der Abbrand betrug somit 7,81 Prc. des Einsatzes.

Der Kohlenverbrauch berechnet sich
pro 100 Pfd. Einsatz auf 55,2 Pfd.
pro 100 Pfd. Guss auf 88,6 Pfd.

Man würde also den Betrieb falsch beurtheilen, wenn man bei der Menge Nebenprodukte nur die letzte Ziffer in Betracht zöge.

§. 90. Berücksichtigt man die verschiedenen Klassen von Fabrikaten und die verschiedenen dazu angewandten Materialien, so ergeben sich für den Flammofenbetrieb sehr interessante Betriebsresultate.

Betrachtet man zunächst den Walzenguss, so ist anzuführen, dass man hierbei vielerlei Material, worunter gewöhnlich ⅓ strengflüssiges graues Holzkohlenroheisen und ⅓ bereits im leicht halbirten Zustand befindliches Material, in der Form von Walzenköpfen, Tümpeleisen u. s. w. sich befand, anwandte, dass aber Grösse und Gewicht der Walzen diese Verhältnisse vielfach änderten, wie weiter unten unter der Ueberschrift Walzenguss im zweiten Hauptheil des ganzen Abschnittes gezeigt werden soll.

Wir können deshalb hierbei den Guss von Fein-

eisenwalzen mit je 10—11 Ctr., dann den Guss von Stabeisenwalzen mit je 40—50 Ctr. und endlich den Guss schwerer Blechwalzen von je 90—120 Ctr. Rohgewicht unterscheiden.

Die Fabrikation von Feineisenwalzen im Jahr 1864 ist in folgender Tabelle (S. 135) im vollständigsten Detail zusammengestellt und sowohl Materialien als Produkte aufgeführt.

Man kann aus dem Ausfall des Kohlenverbrauchs sofort den Einfluss der Jahreszeit auf die Erzielung einer geeigneten Ofentemperatur beurtheilen, der späterhin nochmals im Ganzen in Erwägung gezogen werden soll.

Es sind sonach 23 Feineisenwalzen in 6 Abstichen und aus zusammen 296 Ctr. Einsatz und 26 Ctr. (ca.) Nachguss, zusammen also 322 Ctr. Material bei 49 Tonnen Kohlen dargestellt worden und ergaben (rund) 258 Ctr. Gusswaaren, neben 41 Ctr. Tümpeleisen.

Die Abstiche erfolgten aus dem kleineren der Taf. X u. XI des I. Bd. abgebildeten Oefen und das Eisen musste stark erhitzt werden, um grau zu bleiben und in den kleinen Güssen nicht zu hart zu werden.

Es erforderten hiernach

100 Pfd. Einsätze 57,9 Pfd. Steinkohlen und ergaben (den Nachguss mit eingerechnet)

80,1 Pfd. Gusswaaren und 12,7 Pfd. Abfälle, also 7,2 Pfd. Abbrand.

§. 91. Bedeutender ist die Fabrikation von Stabeisenwalzen in derselben Zeit und aus denselben Oefen, welche in der Tabelle S. 136 zusammengestellt ist.

Es sind hiernach 34 Stabeisenwalzen in ebensoviel Abstichen dargestellt und dazu 1868,00 Ctr. Einsätze und 118,00 Ctr. Nachguss aus den Cupolöfen genommen worden, welche bei $292^1/_2$ Tonne Kohlen: an Produkten 1727 Ctr. 15 Pfd. Walzen, 158 Ctr. Tümpeleisen und 45 Ctr. Ausschuss (1 Walze) ergeben haben.

Daraus berechnen sich folgende Verhältnisse. indem der Nachguss dieses Mal bei der Berechnung des

In den Monaten	Stückzahl	Materialien					Nachguss aus den Cupolöfen	Produkte			Steinkohlen-verbrauch
		Cokes-Roheisen	Holzk.-Roheisen	Tümpel-eisen	Walzen-köpfe	Zusamm.		Guss-waaren		Tümpel-eisen	
		Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Tonnen
Februar	4	—	20,00	35,00	—	55,00	—	43	35	10,00	8
März	4	—	15,00	30,00	—	45,00	4,00	42	40	5,00	8
—	4	—	16,00	34,00	—	50,00	6,00	42	40	5,00	7½
Mai	4	17,00	17,00	17,00	—	51,00	6,00	43	75	5,00	7½
November	4	10,00	15,00	15,00	10,00	50,00	6,00	45	30	8,00	9
—	3	10,00	9,00	15,00	11,00	45,00	4,00	40	90	8,00	9
Summa	23	37,00	98,00	140,00	21,00	296,00	26,00	258	10	41,00	49

In den Monaten	Stückzahlen	Materialien						Nachguss aus den Cupolöfen	Kohlenverbrauch	Produkte			
		Cokes-Roheisen	Holzk.-Roheisen	Brucheisen	Tümpeleisen	Walzenköpfe	Zusammen			Gusswaaren		Tümpeleisen	Brucheisen
		Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Tonn.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Ctr.
Januar	2	—	42,00	—	83,00	—	125,00	—	17	93	50	11,00	—
April	1	—	20,00	20,00	—	20,00	60,00	—	8½	46	80	12,00	—
Juni	4	67,00	68,00	—	68,00	—	203,00	12,00	34½	183	20	19,00	—
Juli	4	65,00	65,00	—	65,00	—	195,00	10,00	36	161	40	24,00	—
August	6	58,00	100,00	28,00	47,50	67,50	301,00	15,00	51½	267	55	25,00	—
September	10	131,00	184,00	53,00	45,50	144,50	558,00	51,00	86	471	50	48,00	45,00
Oktober	7	41,00	142,00	—	122,00	121,00	426,00	30,00	59	403	20	19,00	—
Summa	34	362,00	621,00	101,00	431,00	353,00	1868,00	118,00	292½	1727	15	158,00	45,00

Abbrandes nicht berücksichtigt worden ist, sondern von den Produkten abgezogen wurde.

Es entsprechen 1868 Ctr. Einsätze also (1727,15 + 158) — 118 Ctr. = rund 1767 Ctr. Produkten — und es ergeben mithin

100 Pfd. Einsatz = 85,5 Pfd. Gusswaaren — 8,00 Pfd. Tümpeleisen und 5,5 Pfd. Abbrand.

Der Kohlenverbrauch stellt sich auf 54,7 Pfd. pro Centner Einsatz, also etwas günstiger als bei der Feineisenwalzenfabrikation.

Die Darstellung von schweren Blechwalzen ergab für zwei Stück derselben, in zwei Doppelabstichen, folgende Verhältnisse des Betriebes.

Im November wurden zu diesem Zwecke eingesetzt:

42,00 Ctr. Cokesroheisen,
80,00 Ctr. Holzkohlenroheisen,
30,00 Ctr. Tümpeleisen,
88,00 Ctr. Walzenköpfe

240,00 Ctr. zusammen und bei 36 Tonnen Kohlen in 4 Chargen eingeschmolzen; es sind zum Nachgiessen 12 Ctr. Cupolofeneisen verwendet und an Produkten 207 Ctr. Guss und 37 Ctr. Tümpeleisen gewonnen worden.

Die ökonomischen und technischen Resultate berechnen sich aus diesen Angaben dahin, dass

100 Pfd. Einsätze ohne Nachguss 78,4 Pfd. Guss, 14,1 Pfd. Tümpeleisen ergaben

und der Verlust mithin 7,5 Pfd. beträgt; der Kohlenverbrauch stellt sich auf 50,25 Pfd. pro 100 Pfd. Einsatz. Man sieht auch hierbei, dass grosse Abstiche immer vortheilhaftere Resultate in Betreff des Kohlenverbrauchs geben; der grössere Abbrand liegt an der Verwendung von Walzenköpfen, die über $^1/_3$ des ganzen Einsatzes ausmachten, während das Uebrige in Barrenform eingeschmolzen wurde.

§. 92. Die Darstellung grauen, sehr dünnflüssigen festen aber weichen Gusses anbetreffend, ergeben sich die folgenden Resultate bei den Flammöfen der Lehmförmerei zu Gleiwitz (auch 1864).

Die dargestellten Gegenstände sind vorwiegend Pattinsonirungskessel von ca. 15 Ctr. Gewicht, Arsenikkessel, Glühtöpfe für Draht, Reinigungsgefässe und Retorten für Gasanstalten, Rohre von bedeutenderem Durchmesser, Wasserhaltungssätze, endlich Maschinentheile, Dampf- und Pumpencylinder, Chausseewalzen, Rammkugeln u. s. w.

Es ist also *Hohlguss* wie *Massivguss* vertreten; beide Klassen von Fabrikaten aber müssen, die eine der Dichtigkeit und Nichtpermeabilität, die andere der späteren Bearbeitung wegen aus gleichartigem guten Eisen hergestellt und weder mit Ueberhitzung noch mit mattem Material gegossen werden. Der Flammofen wird deshalb sorgfältig besetzt und stets scharf gefeuert, um den Guss warm und gleichmässig zu machen.

Die Resultate der nebenstehenden Tabelle ergeben, dass:

100 Pfd. Einsatz, unter besonderer Berechnung des Cupolofennachgusses, der den Produkten bei der Verlustermittlung abgezogen werden, nachher aber unberücksichtigt bleiben muss — an Produkten ergeben 90,3 Pfd. also 9,7 Pfd. Verlust, mithin weit mehr als bei dem Walzenguss sich berechnete.

Diese Produkte bestehen aus 64,2 Pfd. Gusswaaren,
5,1 „ Brucheisen,
21,0 „ Tümpeleisen

und erforderten zu ihrer Darstellung 63,3 Pfd. Steinkohlen.

Die Resultate dieser besonderen Gruppe von Flammöfen contrastiren lebhaft gegen die früher mitgetheilten; sie lassen sich nur durch die Annahme erklären, dass *graues weiches* und *strengflüssiges* Roheisen, zu kleineren Güssen verwendet, wie sie hier vorherrschend auftreten, im Flammofen mehr Scharffeuer und eine längere Schmelzzeit beansprucht, deshalb auch wohl an Metall einbüsst.

Daraus geht hervor, *dass der bestgeleitete Flammofen für schwachen Guss immer schlech-*

In den Monaten	Zahl der Abstiche	Roheisen-Einsätze: Cokes-roheisen	Holz-kohlen-roheisen	Bruch-eisen	Tümpel-eisen	Walzen-körper	Zu-sammen	Nachguss aus dem Cupolofen	Kohlen-verbrauch	Produkte: Guss-waaren		Bruch-eisen	Tümpel-eisen
		Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Tonn.	Ctr.	Pf.	Ctr.	Ctr.
Januar	5	222,00	10,00	—	63,00	—	295,00	—	45	179	30	22,00	70,00
Februar	7	279,00	10,00	7,00	94,00	—	390,00	—	63	289	90	—	89,00
März	9	264,00	—	46,00	85,00	—	395,00	—	73	299	20	—	88,00
April	12	373,00	—	7,00	136,00	—	516,00	—	96	365	75	10,00	105,00
Mai	6	220,00	—	8,00	63,00	—	291,00	—	55	180	26	11,00	65,00
Juni	6	233,00	—	—	64,00	—	297,00	—	$56\frac{1}{2}$	206	67	13,00	46,00
Juli	6	206,00	—	74,00	29,00	—	309,00	16,00	$59\frac{1}{2}$	205	—	—	85,00
August	15	346,00	—	118,00	201,00	—	665,00	5,00	$125\frac{1}{2}$	380	58	69,00	149,00
September	11	389,00	—	96,00	118,00	—	603,00	16,00	100	446	20	—	117,00
Oktober	13	393,00	—	159,00	131,50	—	684,00	—	118	464	50	21,00	130,00
November	10	199,00	6,00	177,00	111,00	—	493,00	6,00	94	341	68	—	108,00
Dezember	18	243,00	10,00	328,00	310,00	—	891,00	32,00	$169\frac{1}{2}$	438	90	156,00	188,00
Im Ganzen	118	3367,00	36,00	1020,00	1405,00	—	5829,00	75,00	1055	3797	94	302,00	1240,00

tere Resultate, ökonomisch gesprochen, geben muss, als der Cupolofen.

§. 93. Der Flammofenbetrieb zu Saynerhütte, früher des Kanonengusses wegen in grosser Ausdehnung betrieben, zuletzt sehr eingeschränkt, ergab nach amtlichen Ausweis für die Jahre 1862 und 63 folgende Verhältnisse.

Es wurden produzirt:

	ca.	50 Ctr.	Lehmguss,
	„	150 Ctr.	Kastenguss (Masse),
	„	200 Ctr.	Herdguss,
	über	600 Ctr.	rohe zum Abdrehen gelangende Gegenstücke,
also	ca.	1000 Ctr.	Produkte überhaupt.

Es berechnete sich bei ihrer Darstellung der Eisenabbrand auf 8,62 Prc., der Kohlenverbrauch auf die enorme Höhe von 89,81 Pfd. pro 100 Pfd. Gusswaare, wonach entweder eine ebenso bedeutende Nebenproduktion an Tümpeleisen wie in Gleiwitz oder ein, durch die Construktion der Oefen (s. Bd. I. Taf. XII, Fig. 3*a* und *b*, S. 494) veranlasster bedeutender Mehrverbrauch an Kohlen stattgefunden haben muss. Es ist das Letztere zu vermuthen, weil der üblichen Rechnungsmethode nach die Ziffer des Abbrandes höher erscheint, als sie bei vielfacher Benutzung von Tümpeleisen sein würde. Man sieht, dass das Roheisen direkt auf die Gusswaare bezogen wurde, und dass also der Kohlenverbrauch, der pro 100 Pfd. Guss 89,81 Pfd. betrug, pro 100 Pfd. Einsatz nicht weniger als 82 Pfd. ausmachen dürfte.

Eine Garantie für die Richtigkeit dieses letzteren Resultats lässt sich füglich nicht übernehmen und es liegt hier abermals ein Beweis vor für die technisch werthlose Rechnungsmethode der ökonomischen Buchhaltung, der zur Seite in allen Fällen noch eine auf die gemachten Einsätze des Ofens bezogene Produktions- und Verbrauchsrechnung Platz finden müsste.

Ganz besonders ist dieses bei dem in Einzelcampagnen oder -Chargen arbeitenden Flammofen nothwen-

dig und zulässig, da sich alle Produkte genau bestimmen und dem Einsatz gegenüber stellen lassen.

§. 94. Der Flammofenbetrieb auf der Geschützgiesserei zu Spandau, welcher, so weit er auf Eisenguss sich bezieht, vorwiegend in den kleineren Oefen à 67 Ctr. Einsatz (vgl. Bd. I. Taf. XIII, Fig. 4 und 5, S. 504) stattfindet, ergab bei einem mit grösster Sorgfalt ausgeführten Probeschmelzen nachstehende Resultate.*)

Der Einsatz bestand aus:

29,46 Pfd. Roheisen in 19 Masseln,

19,64 Pfd. Tümpeleisen in 14 Masseln,

und war das angewandte Roheisen ein kohlearmes strengflüssiges Produkt der Saynerhütte und angeblich bei Holzkohlen erblasen.

Das Anheizen des Ofens erforderte 8 Ctr. Kohlen und $1^1/_2$ Stunde Zeit, wonach 3mal mit 10 Minuten Pause je 1 Ctr. Kohle aufgegeben wurde, sodass nach Verlauf von 1 Stunde 50 Minuten 11 Ctr. Kohlen consumirt worden waren.

Dann erst erfolgte das Einsetzen und nach 25 Minuten abermals eine Aufgabe von 1 Centner Kohle, welche von nun ab alle 10 Minuten wiederholt wurde.

Der Flammofen wurde während 5 Stunden 25 Minuten mit 31 Ctr. in 24 Aufgaben unter regelmässigen Schürpausen von 10 Minuten geheizt und es dauerte das eigentliche Schmelzen 2 Stunden 21 Minuten. Das Eisen wurde, nachdem es in den flüssigen Zustand übergegangen war, 55 Minuten stehen gelassen und es erfolgte der Abstich nach 3 Stunden 16 Minuten. Die Temperatur wurde mittelst der von Schott in Ilsenburg ausgedachten Methode der Wassererwärmung gemessen und berechnet; sie stellte sich auf etwa 1777° Reaumur oder über 2221° Celsius.

*) Für dieselben sind, wie auch für Beschreibung und Zeichnung der Oefen in Spandau die Mittheilungen von Wiebe in seinem Skizzenbuch Heft X, Blt. 4 und 5, benutzt worden. Die Verhältnisse haben sich seitdem wenig geändert.

Das Gewicht der Produkte betrug:

Kanonenrohr	4364 Pfd.
Gussüberschüsse	333 Pfd.
Schaleneisen	106 Pfd.
zusammen	4803 Pfd.

Daraus berechnet sich ein Verlust von 107 Pfd. oder 218 Prc. des Einsatzes; der Kohlenverbrauch stellt sich auf 63,1 Pfd. pro 100 Pfd. des eingesetzten Materials, zeigt also von wie grossem Einfluss die Benutzung des glühenden Ofens, die Anwendung regelmässiger Schürpausen, und sorgfältig zerkleinerten in passende Form gebrachten Schmelzmaterials sein können.

§. 95. Der Flammofenbetrieb zu Mariazell in Steyermark findet mit Hilfe von bei 36° gedörrtem Holz statt und geschieht theils in gestreckten, theils in vertieften Oefen, wie dieses bereits im I. Bd. (Taf. XIV, Fig. 1 und 2, S. 514) ausführlich beschrieben und erläutert wurde. Nach den von Rossiwall gemachten Mittheilungen werden die Oefen mit 6—12 Ctr. schweren, in parallelepipedische Form gebrachten Geschützflossen besetzt, die auf Porzellanziegel gelegt und in 4—5 Stunden herunter geschmolzen werden.

Ein besonders namhaft gemachter Guss aus dem Jahre 1857 ergab:

Einsatz 10,296 Pfd. Roheisen,

Brennstoff 7,635 Wiener Klafter Brennholz von 36° Trocknung; daraus erfolgten

8,595 Pfd. Gusswaaren,

1,010 Pfd. Tümpeleisen, so dass sich 92 Prc. Ausbringen und 8 Prc. Abbrand herausrechnen, ohne dass wie in Spandau das Schaleneisen berücksichtigt worden wäre. Der Brennmaterialienverbrauch betrug

0,08 Wiener Klafter oder 5,76 massive Kubikfuss Holz pro 100 Pfd. Guss oder 5,63 preuss. Kubikfuss. Nimmt man nach Weisbach das Gewicht eines Kubikfusses trocknen Nadelholzes auf 28 Pfd. an, so entspricht der obige Brennstoffverbrauch einem Zollgewicht

von 157,42 Pfd. oder 139,6 Pfd. österreichisches Gewicht. Dieses Quantum stimmt sehr gut mit dem von Karsten (a. a. O. III. S. 394) angegebenen Verhältniss für die Flammofenschmelzung mit Holz; er sagt daselbst, dass man auf den Würtembergischen Eisenhütten den Brennstoffverbrauch pro 100 preuss. Pfd. Einsatz auf 6,5 Kubikfuss oder 130 Pfd. trocknes Nadelholz berechne.

Ausser mit Holz feuert man in Steyermark auch mit Braunkohlen; die Flammöfen zu Zeltweg bedienen sich beispielsweise der Fohnsdorfer Kohlen und ergeben (ebenfalls nach Rossiwall's Mittheilungen):

10 Prc. Abbrand und 110 Pfd. Kohlenconsum pro 100 Pfd. Gusswaare.

Zu St. Gertraud (Kerl, a. a. O. III. S. 380), wo die Ofengase durch Windzuleitung verbrannt werden, stellen sich die Resultate günstiger; man verbraucht pro 100 Pfd. Guss nur 75 Pfd. Braunkohlen.

§. 96. Auf der hauptsächlich mit Kanonenguss beschäftigten Eisengiesserei zu Finspong in Schweden hat man, wie in Mariazell, zweierlei Oefen im Betrieb und bedient sich derselben abwechselnd.

Es sind 4 Oefen mit gestrecktem Herd, sogenannte französische Oefen zu 80—90 Ctr. Einsatz vorhanden und zwei amerikanische Oefen, mit vorgerücktem Sumpf und Einsatzgewölbe (vgl. Bd. I, Taf. XVI, Fig. 2 und 3), zu über 300 Ctr. Einsatz vorhanden, deren Resultate nach den Notizen des dortigen Direktor Unger sich ungefähr folgendermaassen stellen.

Die französischen Oefen, ehemals nach den Mustern von Ruelle u. s. w. erbaut, werden im Maximum mit 90 Ctr. besetzt und schmelzen diese Charge in 3 Stunden, bei circa 100 Kubikfuss = 50 Ctr. Kohlen vollständig flüssig ein, wobei ein kurzes Verweilen in voller Gluth mit eingerechnet ist.

Die amerikanischen Oefen, nach den Oefen von Fort Pitt und Westpoint-Poughkeepsie erbaut, fassen im Maximum 320 Ctr. Einsatz und schmelzen denselben in 6 Stunden mit Anwendung von circa

200 Kubik-Fuss Kohlen oder ca. 100 Ctr. Kohlen ein; nach vollbrachter Schmelzung wird der Ofen kurze Zeit stehen gelassen.

Im Allgemeinen ist der Abbrand immer auf ca. 7 Prc. ermittelt worden; der Kohlenverbrauch stellt sich dagegen nach obigen Angaben auf etwa

$^1/_2$ des Eiseneinsatzes bei den französischen,

$^1/_3$ desselben bei den amerikanischen Oefen,

woraus der unleugbare Vorzug der letzteren (einschliesslich der Dimensionsverhältnisse) hervorgeht.

In einem bestimmten Fall wurden zum Guss eines grossen Geschützes 4 Flammöfen mit zusammen 822 Ctr. Roheisen besetzt; 2 französische Oefen hatten je 91 Ctr. und die amerikanischen je 320 Ctr. Einsatz erhalten.

Die Schmelzzeit betrug für die ersteren 4 Stunden, für die letzteren 8 Stunden und es wurden in dieser Zeit für die französischen Oefen 163,8 Kubikfuss oder 26 schwed. Tonnen, für die amerikanischen Oefen 396,9 Kubikfuss oder 63 schwed. Tonnen bester Newcastle-Steinkohlen verbrannt.

Rechnet man den schwedischen Kubikfuss Kohlen wie oben = 50 Pfd. schwedisch, so erforderten:

in den französischen Oefen 100 Pfd. Eisen ca. 45 Pfd. Steinkohlen,

in den amerikan. Oefen „ „ „ ca. 31 „ Steinkohlen zum Schmelzen und Flüssigerhalten.

Bei Geschützroheisen, das bekanntlich sehr strengflüssig ist und ausserordentlich leicht frischt, — also in schmauchender Flamme anfangs wenigstens eingeschmolzen werden muss, — stellt sich überhaupt der Kohlenverbrauch um 10 Prc. höher als bei sonst weichem zum Flammofenguss geeigneten Material.

Bei der Behandlung des Kanonengusses kommen wir noch auf diese Verhältnisse ausführlicher zurück.

§. 97. Der Flammofenbetrieb auf der Königin Marienhütte bei Zwickau (vergl. den Bd. I, Taf. XVI, Fig. 6 und 7 [S. 522] abgebildeten Ofen) wird vorherrschend nur zur Darstellung sehr grober Güsse,

vorzüglich Walzen benutzt und ergiebt folgende Betriebsresultate.

Der Ofen wird zunächst ausgewärmt und erst im glühenden Zustand besetzt; der Einsatz variirt von 50—80 Ctr. und jedes Schmelzen, das ca. 4 Stunden dauert, erforderte ca. 50 Ctr. gute Steinkohlen — aus dem nächsten Reviere. — Dieses Quantum ist, wenn man die Vortheile des vorherigen Anwärmens und der Sohlenheizung, die der Ofen hat, veranschlägt, ein ziemlich bedeutendes und kann lediglich durch die bekannte leichte Beschaffenheit der dortigen Kohlen überhaupt erklärt werden.

In Folge dessen berechnet sich der Kohlenaufwand pro Centner Guss fast immer auf 80 Pfd. — der Eisenabgang dagegen auf 8,75 Prc. Das Verhältniss der Nebenprodukte ist nicht angegeben, aber zu vermuthen, dass keine Aufstapelung wie in Gleiwitz u. a. a. O. stattfinde, sondern eine vollständige Wiederverwendung und eine directe Beziehung des Roheisensatzes zur Gusswaarenproduktion.

Die Qualität des Gusses ist sehr gut und es werden vorwiegend strengflüssige Roheisensorten zur Besetzung für Walzenguss genommen — in neuester Zeit eine Mischung von halbirtem sehr festem rheinischem Eisen und schottischem Grobkorn, wobei indess das Letztere wesentlich zurücksteht.

§. 98. Die Resultate französischer Flammöfen, wie sie von Guettier mitgetheilt werden, beziehen sich meist nur auf die Constructionen mit gestrecktem Herd.

Bei der Schilderung des Betriebes wird vorzugsweise die Wartung des Rostes betont und auch hier darauf aufmerksam gemacht, dass die Speisung des Feuers rasch und genügend erfolge. Zur Unterhaltung einer lebhaften Verbrennung ist es erforderlich, wenn die angewandten Kohlen die Eigenschaft besitzen, viel Cinder zu geben, den Rost von Zeit zu Zeit mit einem Haken aufzustören, um das Durchfallen der todten Cokes zu veranlassen.

Indessen vermeidet man diese nicht ökonomi-

sche Aushilfe am besten durch regelmässiges und sorgsames Aufgeben, das im Anfange in kleineren Portionen und von 10 zu 10 Minuten zu geschehen hat; ist der Ofen erst einmal gehörig in Gluth, so kann man mehr und in grösseren Pausen aufschütten.

Als Fingerzeig für die Führung des Feuers giebt Guettier die Art der Flammenerscheinung auf der Esse an, die nur wenig aber gleichmässig und stetig vorhanden sein muss, niemals aber intermittirend und ungleich auftreten darf.

Die Schmelzzeit beläuft sich nach den dortigen Erfahrungen auf 2—5 Stunden für 700—3000 Kilo Einsatz (14—60 Ctr.).

Ebenso veränderlich ist der Verlust und die Schaleneisenbildung beim Schmelzen, welche theils von der Eisenqualität, theils von der Ofenconstruktion abhängen.

Wenn wenig Schaleneisen gebildet wird, so nähert sich seine Zusammensetzung der des Hammerschlags, wogegen bei stärkeren Schalen dieselben meist aus gefrischtem Eisen bestehen, das sich an den Boden des Metallbades angesetzt hat. Je reicher ein Eisen an Graphit und Kohle, so wie an Silicium ist, um so weniger ist die Schalenbildung zu befürchten, weil diese Stoffe das Vorhandensein von gefrischtem Eisen verzögern, bis die Schmelzung eingetreten und die Einwirkung der Ofengase beschränkt worden ist.

Die dunkelgrauen Roheisensorten geben, namentlich in mittelgrossen Stücken, am wenigsten Schaleneisen, dessen Produktion im ungünstigsten Falle bis über 10 Prc. steigen kann.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate mehrerer Schmelzungen in einem Flammofen mit gestrecktem Herd, der mit Steinkohlen von Mons gefeuert wurde; das französische Roheisen war von dem Hochofen von Fourchambault.

Nr. der Schmelzen	Materialien					Produkte				
	Roheisen				Kohlen	Güsse	Einguss und Bruch	Schaalen	Verlust	Summe
	Engl	Franz	Einguss und Bruch	Summe						
1.	1200	800	—	2000	1000	1760	100	26	11	1000
2.	1200	1000	—	2200	1000	1811	120	60	309	1000
3.	1300	700	—	2000	1000	1700	150	50	100	1000
4.	1100	500	300	1900	900	1525	170	110	95	900
5.	1000	500	520	2020	980	1700	110	90	120	980
6.	600	600	500	1700	900	1183	345	72	100	900
7.	1000	500	500	2000	1000	1650	110	120	120	1000
	7400	4600	1820	13820	6780	11329	1105	528	950	6780

Man bemerkt, dass Nr. 4, 5, 6, 7, bei welchen Chargen bereits umgeschmolzenes Roheisen in Form grober Eingüsse und Tümpeleisen angewandt wurde, mehr Schaleneisen geben, als die ersten drei Abstiche; der grosse Verlust bei Nr. 2 liegt an einer unvorhergesehenen Verzögerung in der Fertigstellung der Formen selbst.

Der Durchschnitt sämmtlicher Chargen ergiebt, auf den Einsatz bezogen:

6,93 Prc. Verlust,
3,38 Prc. Schaleneisenbildung

und einen Kohlenverbrauch von 490 Kilo Steinkohlen pro 1000 Kilo Einsätze, also 49 Pfd. pro 100 Pfd. — ein Resultat, das sowohl mit den Gleiwitzer Oefen als auch mit den meisten anderen ganz gut übereinstimmt.

Vergleich der ermittelten Resultate mit den theoretischen Anforderungen.

§ 99. Der Vergleich der vorstehenden Resultate für den Brennstoffconsum im Flammofen mit der zum Schmelzen des Roheisens theoretisch erforderlichen Wärmemenge und dieser entsprechenden Brennstoffquantität ergiebt viel bedeutendere Differenzen, als bei den Schachtöfen selber aufgetreten sind. Es ist ganz natürlich, dass, da sich das Anwärmen des Flammofens bis zum Eintritt des Schmelzens jedesmal auf eine bestimmte, einen verhältnissmässig weiten Raum einnehmende Eisenmenge von durchschnittlich dem halben Werth einer täglichen Cupolofenleistung bezieht, ein namhaftes Quantum Brennstoff consumirt wird, diese Funktion allein, ohne Wirkung auf die Einsätze, zu vollziehen.

Aus den Mittheilungen über die Spandauer Oefen ist zu ersehen, dass mehr als der dritte Theil des gesammten Brennstoffquantums erforderlich ist, das Erglühen des Ofens zu bewirken, und dass auf das eigentliche Schmelzen nur $^2/_5$ der ganzen Zeit der Campagne gerechnet werden kann.

Allerdings betrug nach den angestellten Versuchen die Temperatur des Eisens über 2000° C. und es würde erforderlich sein, diese bei der Berechnung der zum Schmelzen von 100 Pfd. nothwendigen Wärmemenge zu Grunde zu legen, wenn nicht bei den besseren Cupolöfen ebenfalls von der Annahme einer höheren Temperatur Abstand genommen worden wäre; denn auch diese Apparate liefern das Eisen in viel hitzigerem Zustand als der Guss dasselbe erfordert. In der allgemeinen vergleichenden Betrachtung sämmtlicher Oefen wird es möglich sein, diese abweichenden Werthe in Betracht zu ziehen, während wir uns hier auf zwei Beispiele beschränken wollen — der Berechnung eines Flammofens mit gestrecktem Herd und der Berechnung eines Flammofens mit vertieftem Herd — wozu wir in erster Stelle die Guettier'schen Resultate, in letzter Stelle die Resultate der amerikanischen Oefen zu Finspong wählen.

§. 100. Was den Verbrennungsmodus anbetrifft d. h. die Beschaffenheit der aus dem Flammofen hervorgehenden Verbrennungsprodukte, so ist darüber noch nichts mit Sicherheit festgestellt worden. Den Erfahrungen der Praxis nach lässt sich aber annehmen, dass die Verbrennung der Steinkohlen und Brennstoffe überhaupt zwei Stadien durchläuft, von denen das erste der trocknen Destillation entspricht und hauptsächlich in der Produktion und Verbrennung von Kohlenwasserstoffen besteht, während das zweite die Verbrennung des vorwiegend aus Kohlenstoff bestehenden Rückstandes zu Kohlensäure, eventuell Kohlenoxyd, umschliesst.

Diese beiden Stadien verlaufen bei jeder Aufgabe an frischem Brennstoff und treten um so rascher nach einander auf, je heisser der Ofen bereits geworden ist.

Während im Anfange des Betriebes das Abflammen des Brennstoffes, also die Produktion und Verbrennung schwerer Kohlenwassertoffe der Zeit nach vorwiegt und die Kohlensäureproduktion zurücktritt, geschieht in der Periode des Scharffeuers das Abflammen rasch, fast augenblicklich und die leuchtenden

Flammen sowie der Qualm, die sich bei jeder frischen Aufgabe einstellen, verschwinden sehr rasch wieder.

In der letzten Zeit wird die Verbrennungswärme vorwiegend durch glühende Gase — Kohlensäure und Stickstoff — in dem Ofeninnern verbreitet, während zu Anfang, sowie bei jedem Schüren vorübergehend, die Wärmeentwicklung im Ofen selbst durch Verbrennung der Kohlenwasserstoffe zu Kohlensäure und Wasser stattfindet.

Man wird deshalb nicht sehr weit von der Wahrheit sich entfernen, wenn man die Leistung der Kohlen und der Brennstoffe überhaupt in zwei Theile zerlegt:

1) die Produktion und Verbrennung von Leucht-Gasen,
2) die Verbrennung des rückständigen Kohlenstoffs.

Die ersten Produkte verbrennen zu Kohlensäure und Wasser — die Rückstände dagegen zu Kohlensäure allein, vorausgesetzt, dass die Beschüttung des Rostes und die Luftzuführung im richtigen Verhältniss zu einander sich befinden.

§. 101. Um zunächst zu ermitteln, wie viel brennbare Bestandtheile als Gas weggehen und wie viel als Rückstände beim Abflammen zurückbleiben, erscheint es geboten, auf die Ergebnisse der Vercokung zurückzugreifen und dabei den Angaben von Karsten (a. a. O. II. S. 413—415) zu folgen.

Hiernach hätten die Kohlen von Mons mit 85,5 Proc. Kohlenstoff 88 Prc. Cokes ergeben, während die von Newcastle mit 67½ Prc. Kohlenstoff nur 68½ Prc. ausgebracht hatten. Da man bei dem Verbrennen auf dem Rost annehmen kann, dass die Vercokung sehr rasch stattfindet und da eine rasche Vercokung stets 10 Prc. Cokesverluste nach sich zieht, so würde sich der Kohlenstoff, der in den genannten Kohlensorten zu Kohlensäureproduktion übrig bliebe, nicht höher als

75,6 Prc. für die Kohle von Mons,
und 57,5 Prc. für die Kohle von Newcastle

darstellen.

Regnault (Scheerer's Metallurgie I, S. 191) fand für die reine Kohle von Mons

86,49 Kohlenstoff,
5,40 Wasserstoff,
8,11 Sauerstoff,

für die von Newcastle

89,19 Kohlenstoff,
5,31 Wasserstoff,
5,56 Sauerstoff.

Rechnet man nach Scheerer den Sauerstoffgehalt in Wasser um und dieses, sowie das hygroskopisch gebundene und den Aschengehalt zusammen auf circa 10 Prc., so ergeben sich für die Kohlen von Mons

77,84 Prc. Kohlenstoff + 3,95 Prc. Wasserstoff,

von Newcastle

80,27 Prc. Kohlenstoff + 4,16 Prc. Wasserstoff.

Bei der Bildung von Kohlenwasserstoffen und vielleicht Kohlenoxyd, würden sich in den Steinkohlen von Mons*) 2,34 Kohlenstoff + 3,95 Wasserstoff, vom Newcastle 23,23 Kohlenstoff + 4,16 Wasserstoff betheiligen.

§ 102. Nimmt man an, dass sich gleiche Mengen Grubengas, $H_4 C$, und Aethylen, $H_4 C_2$, bilden, so binden 8 Theile Wasserstoff 36 Theile Kohlenstoff, so dass in beiden Theilen circa 18 Prc. Kohlenstoff gebunden werden und sich die Cokesproduktion danach auf ca.

59 Prc. für die Steinkohle von Mons,
62 Prc. für die Steinkohle von Newcastle

rektifizirt.

Ein Pfund Kohle an beiden Orten würde hiernach

22 Prc. Gas entwickeln und

beziehungsweise 59 und 62 Prc. Cokes zur Verwandlung in Kohlensäure zurückbehalten.

Da ein Gewichtstheil von einem Gasgemisch, wie

*) Die Bestimmungen Karsten's scheinen hier einen Fehler zu enthalten, denn die Kohlen von Mons und Newcastle, beide ausgezeichnete Backkohlen, können keine solchen Differenzen im Cokesausbringen zeigen.

es hier gedacht wird, nach Dulong (Scheerer, Metallurgie I, S. 359) etwa 12,130 W.-Einheiten bei der Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser und der Kohlensäure bei seiner Ueberführung in Kohlensäure 8000 Wärme-Einheiten entwickelt, so entspricht 1 Pfd. Steinkohle von Mons im Flammofen verbrannt: einer Wärmemenge von $0{,}59 . 8000 + 0{,}22 . 12130 = 7338{,}6$ W.-E., während 1 Pfd. Steinkohle von Newcastle unter denselben Umständen eine Wärmemenge von $0{,}62 . 8000 + 0{,}22 . 12{,}130 = 7628{,}6$ W.-Einheiten produzirt.

Die gefundenen Zahlen sind allerdings grösser als der durch direkte Versuche bestimmte Durchschnittswerth für Steinkohlen, der bekanntlich nicht höher als 600 W.-Einheiten angenommen wird. Abgesehen davon, dass beim Roheisenschmelzen anders verfahren wird, als bei den mit langsamer Verbrennung ausgeführten Versuchen der Wassererwärmung, so mögen immerhin jene Zahlen als zu hohe Werthe der Wirkung im Apparate sich darstellen, da sowohl die im Wasserdampf latent gewordene Wärmemenge, sowie die zur Entbindung der Kohlenwasserstoffe anfänglich nothwendige Erhitzung der frischen Kohlen nicht in Anrechnung gebracht werden, welche aber beide in den Versuchen selbst wirksam und von Einfluss gewesen sind.

§. 103. Berechnet man hiernach die hervorzuhebenden Resultate, so ergeben die zu 100 Pfd. Einsatz, nach Guettier, erforderlichen 49 Pfd. Kohlen von Mons

$$49 . 7338{,}6 = 359{,}591{,}4 \text{ Wärmeeinheiten,}$$

anstatt der geforderten 22,000 Wärmeeinheiten.

Auch wenn man die experimentelle Zahl 6000 als den Verbrennungswerth der Steinkohle einführt, kommen immer noch 294,000 W.-E. als Leistung des wirklich verbrauchten Brennstoffes heraus.

Das von den amerikanischen Oefen zu Finspong erzielte Resultat von 31 Pfd. pro 100 Pfd. Roheisen ergiebt einen kleineren Werth, von $31 . 7628{,}6 = 236{,}486{,}6$ W.-E. im Maximum und unter Berücksichtigung des experimentellen Werthes nur noch $31 . 6000 = 186{,}000$ W.-Einheiten.

Diese colossalen Differenzen rühren her:

1) von der erforderlichen Erhitzung der unter gewöhnlichem Druck befindlichen Verbrennungsluft und der Verbrennungsprodukte, die nur unvollkommen ihrer Geschwindigkeit wegen ihre Wärme an die Einsätze abgeben können;

2) von den in dem Missverhältniss der Oberfläche und des Inhalts der Schmelzräume begründeten grossen Strahlungsverlusten der Flammöfen, die sich mit Hilfe des Dulong'schen Gesetzes über die Strahlung und Transmission ungefähr berechnen lassen. In dem schon citirten Aufsatz des Verfassers*) ist eine solche Berechnung angedeutet, wonach pro Stunde ca. 4,850,976 W.-Einheiten durch Transmission und unter der Voraussetzung einer Erwärmung von 1500° C. verloren gehen müssten.

Rechnet man 45 Ctr. als Einsatz und 3 Stunden als Schmelzzeit, so ergiebt sich für die Guettier-schen Oefen mit ca. 17 ½ □-Meter Oberfläche
ein Wärmeaufwand von 16,181,513,00 W.-Einh.,
während die nothwendige Leistung 990,000,00 W.-Einh.
entspricht und die Strahlungsverluste auf
13,552,928 sich belaufen.

Dass die Wärmeverluste hauptsächlich in der Transmission und Strahlung begründet sein müssen, erhellt ferner daraus, dass der grössere namentlich breiter angelegte amerikanische Ofen zu 320 Ctr. ein so abweichendes Resultat zeigt. Hier sind die Verhältnisse von Raum und Oberfläche bei weitem günstiger

*) B. u. hüttenmännische Zeitung 1870, S. 195. In diesem als vorläufige Mittheilung zu betrachtenden Aufsatze ist ein andrer Weg der Berechnung eingeschlagen, insofern die Zwischenstation der Kohlenwasserstoffe übergangen und der Gehalt der Kohlen an Kohlenstoff und Wasserstoff direkt in Kohlensäure und Wasser umgerechnet sind. Das Resultat ist nur ein Geringes höher als das hier erzielte und beläuft sich auf etwa 372,400 W.-Einheiten pro 100 Pfd. Roheisen.

als bei den Flammöfen mit gestrecktem Herd und von diesem Standpunkte aus lassen sich noch manche der besprochenen Apparate kritisiren.

2) Theoretische Betrachtung des Roheisenschmelzens überhaupt.

§. 104. Erst in neuester Zeit gab die Ausbildung verschiedener Branchen des Eisenhüttenwesens, besonders der Stahlindustrie, dringendere Veranlassung, sich mit der calorischen Berechnung und mit der Kritik einzelner Prozesse zu beschäftigen und in Folge dessen einige eingewurzelte Vorurtheile und vorgefasste Meinungen über relative Vorzüge und Nachtheile zu zerstören.

Es sind bei der Zusammenstellung der verschiedenen Ofenresultate einige Rechnungen der Art mitgetheilt worden, ohne jedoch auf die Verbrennungserscheinungen selbst und die Zahlenwerthe einzugehen, mit welchen man ihre Wirkungen belegt und klar auseinander gehalten hat. Es kam nur darauf an im unmittelbaren Anschluss an praktische Resultate den Standpunkt für eine ungefähre Kritik zu gewinnen und es mussten deshalb viele Annahmen auf Treu und Glauben gemacht werden, für welche die systematische Begründung fehlte. Dieses soll hier nachgeholt *) und eine Reihe von wissenschaftlichen Definitionen gegeben werden, deren Werth nach dem Durchlesen jener concreten Beispiele leicht eingesehen, deren Form dann auch leicht begriffen werden wird. Der Fachmann wird dann in der Lage sein, auch auf seine eigenen

*) Wenn in dem doppelten Manöver etwas von einer Wiederholung liegt, so mag als Rechtfertigung angesehen werden, dass für die Praxis weniger systematisch und wissenschaftlich concinn als vielmehr mit einer gewissen, den Umständen sich anpassenden Breite geschrieben werden muss, wenn man will, dass das Gesagte Leser in jenem Kreise finden soll.

Verhältnisse das Gesagte anzuwenden und mit Hilfe einfacher Daten eine scharfe und segensreiche Prüfung des Betriebs gewinnen, den er leitet.

Diesen calorischen Berechnungen sollen aber noch ausführliche Betrachtungen über den Einfluss des Schmelzens auf das Roheisen vorhergehen, gestützt auf neuere und vollständigere Erfahrungen, als im I. Bd. den §§. 65 u. ff. (I A.) des ersten Theiles S. 111 zu Grunde gelegt sind.

aa) Das Schmelzen des Roheisens.

§. 105. Wie bei der Vorbereitung aller zum Guss überhaupt anwendbarer Substanzen, ist es bei den Metallen und Metallgemischen, also auch bei dem Roheisen zunächst erforderlich, die zur Ausfüllung der hergestellten Formen nothwendige Beweglichkeit hervorzubringen.

Da aber das Roheisen zu den complicirtesten metallischen Körpern gehört und da diese Complikation seiner Natur durch die anzuwendenden Schmelzhitzen, verbunden mit den Wirkungen der Schmelzapparate selbst, in vielfacher Beziehung und tiefgehend alterirt wird, so sind, fasst man die Betriebserfahrungen der verschiedensten Bezirke zusammen, eine Menge von Nebenrücksichten zu beobachten, wenn man unter allen Verhältnissen das vorgesteckte Ziel erreichen soll.

Dieses ist um so schwieriger, als man von der eigentlichen Zusammensetzung des Roheisens bis jetzt keine sichere Anschauung besitzt und als sich das durch Analysen Ermittelte noch weniger mit den unter besonderen Einflüssen bemerkbaren Wandlungen der physikalischen Eigenschaften vereinigen lässt. Die Erhitzung, Schmelzung, Erstarrung und Abkühlung d. h. die Summe der Einzelphasen des Umschmelzprozesses verwandeln das Roheisen stets mehr oder weniger und man muss bis jetzt sich von diesen Veränderungen durch Versuche unterrichten, ohne im Stande zu sein, aus einer Analyse des Materials die

vermuthlichen Resultate des Umschmelzens a priori zu bestimmen.

Zieht man allerdings die Herkunft des Roheisens, sowie das physikalische Aussehen mit in Betracht, so gewinnt man einige Charaktere mehr, die indessen keinesweges ausreichen, das erforderliche Licht über diese dunklen Stellen zu verbreiten.

Der grösste Mangel hierbei ist, dass von Seiten der Praxis so wenig positive Notizen über die mit den verschiedensten durch einen gleichbleibenden Charakter ausgezeichneten Roheisensorten vorhanden sind, die sich auf das Verhalten beim Umschmelzen beziehen.

Besonders fehlt es fast gänzlich an sicher ausgesprochenen und zusammengestellten Erfahrungen über den Einfluss der Krystallisation auf die Erstarrungsverhältnisse und die Rolle, welche die mit einer bestimmten Form begabten mechanischen Bestandtheile des Roheisens in dem Schmelz- und Erstarrungsprozess spielen.

§. 106. Bereits im ersten Band, S. 111—147, als von den allgemeinen Eigenschaften des Roheisens die Rede war, sind die Erscheinungen, die sich beim Erhitzen, Schmelzen, Erstarren und Abkühlen des Roheisens darboten, besprochen worden; von denselben interessiren hier nur diejenigen, welche sich auf Schmelzen und Erstarren beziehen. Der Verfasser folgt hierbei einer ausführlicheren Bearbeitung dieser Themen, die sich in der Preuss. Zeitschr., Bd. XVI, veröffentlicht findet und welche gleichzeitig eine weitere Ausführung der betreffenden Abschnitte seiner Dissertationsschrift in mehr praktischem Sinne bildet. Der Verlauf sämmtlicher Erscheinungen beim Umschmelzen des Roheisens gestaltet sich im Allgemeinen in folgender Weise:

Das Roheisen durchläuft, wenn es erhitzt wird, alle Stadien einer matten Farbenreihe, welche den Anlauffarben des polirten Stahles entspricht, ohne ihre Lebhaftigkeit zu besitzen; in höhere Temperaturen gebracht beginnt es zu glühen, beim Eintritt der Weissgluth allmälig zu schmelzen und bei steigender Erhitzung

in einen vollkommen dünnflüssigen Zustand überzugehen.

In diesem der Einwirkung niederer Temperaturen ausgesetzt, bietet das flüssige Roheisen zunächst die Erscheinungen des Spiels, d. h. einer eigenthümlichen, oft sehr schönen Oberflächenbewegung, dann das Eintreten von Ausscheidungen eigener Bestandtheile und fremder Substanzen, theils in Blasen-, theils in Körnerform und als Flocken. Gleichzeitig wird eine, allerdings nur geringe Volumvermehrung bewirkt, die in der praktischen Technik sowohl hinderlich, als auch dem momentanen Zweck förderlich sein kann. In den Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand fällt der Moment der Krystallisation, welche in verschiedenster Weise sich kundgiebt, je nach dem der eine oder der andere Bestandtheil des Roheisens dominirt. Der Uebergang selbst findet nicht plötzlich statt, sondern schliesst einen allerdings rasch vorübergehenden halbweichen Zustand der Metallmasse ein. Kurz nach dem Erstarren beginnt die Volumverminderung des Schwindens, dessen Maass wir bereits früher kennen gelernt haben.

Von allen genannten Phasen der Umschmelzung interessiren hier vorzugsweise diejenigen, welche auf die Veränderungen des Roheisens am stärksten einzuwirken scheinen und daneben die Zustände, an welchen jene Veränderungen am deutlichsten erkennbar sind.

Zur ersten Gruppe gehört das Erhitzen selbst und das Uebergehen zum geschmolzenen Zustand eventuell auch das Verweilen in dem letzteren und unter dem Einfluss eines Schmelzapparates; dann die Art der Abkühlung. Zur anderen Gruppe kann man die Eigenschaften des Roheisens im flüssigen Zustand, die beim Abkühlen und Erstarren eintretenden Aenderungen rechnen.

Anlaufen und Glühen des Roheisens.

§. 107. Wird das Roheisen an der Luft erhitzt, so zeigt es eine Veränderung seiner Farbe, welche um

so grösser ist, je weiter die Erhitzung getrieben wurde, und welche noch dazu permanent bleibt.

Vergleicht man diese Farbenerscheinung der verschiedenen Roheisensorten unter einander und mit den an dem Stahl auftretenden, oft künstlich und absichtlich hervorgerufenen Farbenreihen, so lässt sich folgender Satz als Resultat des Vergleichs ziemlich sicher hinstellen und ausserdem noch durch anderweitige zufällig gemachte Erfahrungen begründen.

Spiegeleisen läuft bei dem Erhitzen rasch an und zeigt die glänzendsten Farben, während Weissstrahl und splittriges weisses Roheisen dieselben in geringerer Lebhaftigkeit erlangen, graues Roheisen dagegen die Fähigkeit, bunt anzulaufen, um so mehr verliert, als sich Graphit deutlich und vorherrschend abscheidet.

Der Stahl befindet sich in der Mitte der Reihe und nähert sich dem kohleärmeren weissen Roheisen.

Die Aufeinanderfolge der Farben ist bei allen Roheisen- und Stahlarten dieselbe, beginnt mit der strohgelben, bräunlichen Nuance und verläuft durch mannigfache Uebergänge bis in das Rothe, endlich Violette und Blaue, worauf die Farbe bei noch höheren Hitzegraden verschwindet und einem schwärzlichen Grau Platz macht, bis das eigentliche Rothglühen eintritt. Dieses ist, kurz geschildert, der Verlauf dieser eigenthümlichen Aenderung der Oberfläche erhitzter Eisen- und Stahlstäbe*), der jedoch in der Praxis nur beim Stahl durch successiv gesteigertes Erhitzen zur Anschauung gebracht wird.

*) Karsten (Eisenhüttenkunde, 3. Aufl. 1841. I. S. 302, §. 91) erklärte den Vorgang durch die Entstehung eines dünnen lichtbrechenden Oxydhäutchens, eine Hypothese, welche indess nicht zulänglich ist, alle Beziehungen der Eigenschaft des Anlaufens zu einigen anderen Eigenthümlichkeiten verschiedener Eisensorten aufzuhellen.

Bei dem Roheisen kommt man dazu selten, vielmehr verdankt man die gemachten Wahrnehmungen meistens dem umgekehrten Temperaturwechsel, dem Erkalten nach dem Erstarren. Man wird gegen diese Voraussetzung von vornherein einwenden, dass man alsdann stets nur die Farbe des unmittelbar vor dem Glühen eintretenden Wechsels aus Violett- oder Indigoblau in ein dunkles Grau erhalten dürfte, da das Roheisen, wie auch der Stahl, immer die Permanenz derjenigen Farbenstufe zeigt, welche der erreichten höchsten Temperatur entspricht. Es giebt indessen ein ganz einfaches Mittel, an einem allmälig erkaltenden Stabe jede Farbennuance des Anlaufens hervorzurufen, indem man an demselben in den verschiedensten Stadien der Erkaltung frische Brüche herstellt. Jede dieser Bruchflächen wird eine andere Färbung zeigen, je nach dem der Temperaturgrad war, den das Stück beim Zerbrechen noch besass.

§. 108. Es können indessen Fälle eintreten, wo ein und dieselbe Bruchfläche zwei verschiedene Färbungen zeigt. Wenn man, wie es von Seiten einiger rheinisch-westfälischen Industriellen bei Gelegenheit der Pariser Ausstellung geschehen ist, sehr dicke Blöcke von Spiegeleisen giesst und diese dann in der üblichen Weise unmittelbar nach dem Erstarren mit Wasser begiesst, so entsteht in der oberen Hälfte der Eisenstärke eine Menge von feinen Sprüngen, durch welche die Luft mit dem heissen Eisen in Berührung treten kann, ohne dass diese Sprünge deshalb sichtbar werden.*)

Nach dem Erkalten zeigen solche Barren zweierlei Färbungen im frischen Bruch; in der oberen Hälfte des Querschnitts bunte Anlauffarben und in der unteren Hälfte das natürliche Aussehen und die weisse Farbe des Spiegeleisens.

Ruft man sich alle Eigenschaften der schön anlaufenden Roheisenarten ins Gedächtniss, so sind es

*) Unmittelbar nach dem Begiessen mögen dieselben klaffen; nach dem vollständigen Erkalten auch der unteren Hälfte von der Eisenstärke ziehen sie sich jedenfalls fest zusammen.

vor allem die der Härte und Sprödigkeit, welche in direktem Verhältniss zu der Fähigkeit, beim Erhitzen anzulaufen, stehen. Demnächst scheint die letztere vorzugsweise der rhombisch-prismatischen Krystallisation im Roheisen eigen zu sein, obwohl auch die regulär-oktaedrischen Krystallhaufwerke oftmals schöne Farben zeigen.

Der Graphit selbst ist als nicht metallischer Bestandtheil von der Theilnahme an diesen Färbungen stets ausgeschlossen und deshalb zeigt auch das vorherrschend graphithaltige graue Eisen, heiss zerschlagen, niemals eine deutliche Färbung der Art.

Aus den angeführten Beziehungen der Haupteigenschaften des Roheisens und des Vorwaltens einzelner Bestandtheile desselben zu dem Auftreten von Anlauffarben kann man ausser der oberflächlichen Oxydation noch einen andern Vorgang als hypothetische Ursache der Farbenerscheinungen ableiten, nämlich:

> die Bildung feiner, mehr oder weniger der Oberfläche des Bruches parallel laufender Risse, in welche Luft eingedrungen ist.

Solche Risse bilden sich wahrscheinlich in einer krystallisirenden metallischen Substanz, wie das Spiegeleisen und das andere weise Roheisen, nur bei Erhitzen oder bei raschem Abkühlen, und sind im ersten wie im letzten Fall die Folgen von Molekularbewegungen, welche die Cohäsionskraft überwinden. Allerdings muss bei dieser Hypothese die nicht erwiesene Transparenz der Spiegeleisensubstanz in unendlich dünnen Blättchen vorausgesetzt werden, eine Vermuthung, welche als eine Analogie zur Durchscheinenheit des dünngeschlagenen Goldes nicht gerade als absolut unwahrscheinlich gelten dürfte.

Dem sei, wie ihm wolle, als Resultat der berichteten Einzelheiten kann angenommen werden,

> dass das Anlaufen des Roheisens in um so höherem Grade stattfindet, als die Spiegeleisensubstanz in dem Metall dominirt und der Graphit zurückgedrängt wurde.

§. 109. Erhitzt man das Roheisen weiter bis zum Rothglühen, so zeigen sich wieder Unterschiede zwischen den einzelnen Roheisenarten, die sich an die unter den Erscheinungen des Anlaufens beobachteten Verschiedenheiten anschliessen lassen und ebenso wie diese mit den Abweichungen in den übrigen physikalischen Eigenschaften zusammenhängen dürften. Bereits Karsten hat die hierher gehörenden Erfahrungen zusammengestellt*), nach welchen das weisse Roheisen, besonders das Spiegeleisen eher glühend wird, als das graue, dessen Verhalten hierbei zwischen Stahl und Stabeisen zu liegen kommt.

Das Glühen wird bei Tageslicht erst sichtbar, wenn die Temperatur des Roheisens 500 bis 600° erreicht hat; im Finstern bemerkt man schon bei niedrigeren Temperaturen ein Leuchten und Durchscheinen in bräunlichem Tone, dem alsdann das dunkle Roth folgt, welches allmälig in hellere Farbentöne, hellroth, orange und weiss übergeht, sobald die Hitze hinlänglich gesteigert wird.

Lässt man Roheisen glühen und darauf wieder erkalten, so bemerkt man anscheinend keine andere Veränderung, als eine oberflächliche Bildung von Glühspan oder Eisenoxydoxydul, doch in geringerem Maasse, als er bei dem Glühen von Stahl oder Stabeisen sich bildet.

Dauert aber das Glühen längere Zeit oder wiederholt sich das abwechselnde Erhitzen und Abkühlen sehr oft, so verändert sich sowohl Form als Volumen des Gusseisens in messbarer Weise.

Die Praxis bietet im Kreis ihrer Erfahrungen die angedeutete Erscheinung ziemlich häufig. Es ist bekannt, welchen Formveränderungen die wiederholt und oftmals einer Glühhitze ausgesetzten Armaturtheile von Oefen, die Röhren der Winderwärmungsapparate, ja selbst ganz versteckt liegende, dem Einflusse der Luft einerseits und den Gasen der Feuerräume andererseits entzogene Eisentheile zeigen, Veränderungen, die na-

*) Eisenhüttenkunde, 3. Aufl. 1841. Bd. III. S. 304. §. 94 u. ff.

mentlich im letzteren Falle unmöglich ganz allein als Resultate chemischer Reaktion gelten können.

Ein wichtiges Beispiel in dieser Hinsicht bietet das Verändern im Volumen der Eisen- und Blechwalzen, welches bei grossen Polirwalzen ein mehrmaliges Nachdrehen der Bahn erforderlich macht.*) Da das Blechpacket und auch das halbfertige Blech nie die ganze Walzenfläche in Anspruch nehmen, so wird im Verlaufe des Walzenbetriebes die Mitte des Walzenkörpers etwas mehr erhitzt, als die den Zapfen zugekehrten Theile desselben. Doch ist die Erhitzung immerhin keine sehr bedeutende, wie schon das Missverhältniss der Massen, einer 90 bis 150 Ctr. schweren Walze einerseits und eines 4 bis 10 Ctr. schweren Packets andererseits von selbst ergiebt. Trotzdem bemerkt man nach einiger Zeit eine messbare Zunahme des mittleren Durchmessers der Walzen, während die Enden derselben nicht verändert werden. Dadurch ist man genöthigt, die Walzen von Zeit zu Zeit nachdrehen zu lassen, wenn man nicht vorzieht, bei der Anfertigung der Walzen die Mitte etwas schwächer zu halten, als die den Zapfen näher liegenden Enden.**)

§. 110. Die Kenntniss der bleibenden Volumveränderung des Gusseisens durch Erhitzen ist indessen nicht allein auf die praktischen Kreise beschränkt geblieben, sondern bereits Prinsep (Brewster's Edinburgh Journ. of Science X. April 1829, S. 356) hat den Weg des wissenschaftlichen Versuchs betreten und dabei nachgewiesen, dass das Gusseisen sein Volumen nach jeder Erhitzung bleibend vergrössert.

*) Der Verfasser hat bereits im I. Band, S. 66, diese praktische Erfahrung der meisten Walzmeister constatirt.

**) In einer Mittheilung der Mechanic's Magazine, Band 89, 1868, S. 250, wo eine Drehbank für Hartwalzen abgebildet wird, macht der Berichterstatter besonders darauf aufmerksam, dass Walzen von 7 Fuss Länge und 24 Zoll Durchmesser in der Mitte um circa $^1/_{18}$ bis $^1/_{16}$ Zoll (engl.) schwächer gehalten werden müssten, als in der Nähe der Zapfen, damit der nachherigen Expansion im Voraus begegnet würde.

Karsten, welcher die Resultate der Prinsep'schen Versuche anführt*), knüpft daran die Bemerkung dass die von ihm hervorgehobene Ungleichförmigkeit in der Ausdehnung des Roheisens sich daraus erklären lasse, geht aber nicht näher auf dieses vermuthete Abhängigkeitsverhältniss ein. Doch hat schon Despretz früher nachgewiesen, dass auch andere feste Körper, wiederholt oder andauernd erhitzt, eine Volumvermehrung zeigten.

Eine wirklich genaue Ermittelung dieses Verhaltens haben erst in neuerer Zeit Erman & Herter angestellt und ihre Versuchsresultate in Poggendorff's Annalen 97, S. 489 mitgetheilt. Beide Physiker sind hierbei zu dem Schluss gekommen, dass dem grauen Roheisen die Eigenschaft der permanenten Ausdehnung in höherem Grade innewohnt, als dem Spiegeleisen.**)

Die früher von Prinsep, Brix und Schmollik ermittelten Werthsbeziehungen sind hiernach zu korrigiren, da sie meist zu hoch hinausgehen, weil ihnen der Vergleich mit den Resultaten des grauen Roheisens mangelt, das jene Experimentatoren nicht in den Kreis ihrer Versuche gezogen hatten.

Erman & Herter sind der Ansicht, dass dem Zustand des Kohlenstoffgehaltes ein wesentlicher Antheil an dem Verhalten des Roheisens zuzuschreiben sei.

Mit dieser Erklärung ist indessen dem eigentlichen Wesen der ganzen Erscheinung noch nicht nahe genug getreten; hält man aber den Charakter eines veränderlichen Gemisches für das Roheisen fest, so gelangt man zu einer anderen Auffassung des Vorganges. Die Krystalle der einzelnen sichtlich unterscheidbaren Bestandtheile des Roheisens adhäriren nur stellenweise aneinander und befinden sich in einem

*) Eisenhüttenkunde, 3. Aufl. 1841. Bd. I, S. 307, §. 98.

**) Bei den bearbeitbaren Roheisensorten wurde die erzielte Linearausdehnung durch direkte Messungen gefunden, bei dem Spiegeleisen durch die Ermittelung bes spezifischen Gewichts berechnet.

Zustande der Compression oder Dilatation, der eine eigenthümlich elastische Spannung im Korn des Roheisens hervorruft und die Ursache später allmälig eintretender Molekularbewegungen ist. Diese, seien sie durch die Zeit allein, durch mechanische Gewalt oder durch Wärme hervorgerufen, beziehungsweise unterstützt, haben eine Volumveränderung unzweifelhaft im Gefolge.

Dass im Fall wiederholter Erwärmung diese Veränderung eine Vermehrung ist, geht schon daraus hervor, dass bei jeder Erhitzung eine Ausdehnung stattfindet und dadurch eine Auflockerung des Gefüges, die durch die vorher erwähnten Molekularbewegungen um so eher permanent wird, je mehr in dem Roheisen der Charakter des Gemisches vorherrscht und dadurch eine Sperrung der dislocirten Krystalle im Verlauf des Erkaltens entsteht.

Vollkommen verständlich wird diese Anschauung erst nach der Besprechung der Krystallisationsvorgänge bei dem Erkalten.

Die Folgen des Glühens sind in Verbindung mit den Wirkungen des raschen Abkühlens von Clerk genauer untersucht und die entstandene Veränderung im Volumen gemessen worden.*) Der Verfasser hat bereits im I. Band, S. 67, diese Versuche ausführlich besprochen und die Clerk'sche Erklärung angegriffen; es muss hier um so mehr darauf verwiesen werden, als die Eigenthümlichkeit der von Clerk beobachteten Volumveränderungen mehr von der nach jeder Erhitzung künstlich herbeigeführten raschen Abkühlung als von dem Erhitzen allein herrührt.

Schmelzen des Roheisens.

§. 111. Erreicht die Temperatur, welcher man das Roheisen aussetzt, die Weissglühhitze, so schmilzt

*) Man findet den ausführlichen Bericht über die Clerk'schen Versuche nach dem Journal of the Franklin Institute im Civil-Ingenieur, Bd. X, S. 244 u. ff. mitgetheilt.

dasselbe, d. h. es verändert den Aggregatzustand und wird flüssig. Dieser Uebergang ist aber bei vielen Roheisenarten nicht plötzlich, sondern wird durch einen eigenthümlichen Zwischenzustand vermittelt, den eine allerdings beschränkte, aber doch vorhandene Schweissbarkeit kennzeichnet. Es tritt diese Eigenschaft um so deutlicher auf, je mehr sich das Roheisen dem grauen Korn in seinem Charakter nähert und je weniger es gleichzeitig Graphit in groben Blättern abscheidet. An diesem körnig grauen Eisen ist auch der Zwischenzustand länger bemerkbar, und es bedarf ein solches Eisen einer bedeutenden Ueberhitzung über seinen Schmelzpunkt hinaus, um so flüssig zu werden, dass man Gusswaaren daraus darstellen kann. Jeder, der mit schwedischem Eisen gearbeitet hat, fand reichlich Gelegenheit, diese Beobachtung als vollkommen zutreffend zu constatiren.*)

In welcher Weise man von der Eigenschaft der Schweissbarkeit in dem Gusseisen Nutzen zieht, um theilweis defekte Maschinenstücke und anderen Guss, z. B. Walzen, durch Angiessen oder „Anschweissen" verschiedener fehlender Theile zu ergänzen und dadurch mit geringen Kosten wieder brauchbar zu machen, hat der Verfasser bereits früher im I. Band, S. 113, mitgetheilt und verweist darauf. Hier sei nur als Vervollständigung jener Notizen noch erwähnt, dass auf der zur Hermannshütte bei Hörde gehörigen Giesserei dergleichen Schweissarbeiten zu den täglich vorkommenden Aufträgen des eigenen Werks gehören und namentlich das Repariren gebrochener Kolbenstangen zu Daelen'schen Hämmern mit grosser Gewandtheit ausgeführt wird.

Für das Angiessen von Walzenzapfen, wie für das Vergiessen falsch gedrehter Kaliber an sonst guten Walzen sind besondere Glühöfen eingerichtet, um den zu ergänzenden Guss etwas vorglühen zu können und

*) Auch bei der Verarbeitung von reinem leicht halbirten Holzkohlenroheisen von vorherrschend grauem Korn macht man jederzeit dieselbe Erfahrung.

dem später darüber laufenden Eisen den Angriff zu erleichtern. Im Prinzip ist das Verfahren dasselbe, wie es der Verfasser auf der Eisengiesserei zu Gleiwitz selbst ausführen liess, nur soll man in Hörde weniger Eisen zum Vergiessen brauchen. Dieser Unterschied wird wesentlich dadurch verursacht, dass die Vorrichtungen an dem ersten Ort nur provisorische, versuchsweise errichtete waren, während am letztgenannten Ort feste, bleibende Apparate in Betrieb sich finden.*)

Ganz weisses Roheisen eignet sich wenig, Spiegeleisen gar nicht zum Anschweissen; beide Eisenarten gehen sehr rasch vom festen in den flüssigen Zustand über.

Daraus, wie auch aus den Messungen und Schätzungen der verschiedenen Schmelzpunkte der Eisensorten, folgt, dass in einem Gemisch von blättrigem Eisen, körnigem Eisen und Graphit zunächst das erstere flüssig wird und die beiden übrigen Bestandtheile suspendirt enthält, bis bei weiterer Steigerung der Hitze auch das körnige (regulär krystallisirende) Eisen dünnflüssig wird und nur noch der Graphit bleibt, der indessen bei eintretender Ueberhitzung des Eisens ebenfalls aufhört, sichtbar zu sein.**)

Erreicht die Temperatur des Roheisens, in dem sich die drei erwähnten, sichtlich nachweisbaren Bestandtheile finden, die Schweisshitze des Schmiedeeisens d. h. die Weissgluth, so tritt der Zustand ein, den einzelne Giesser zum vorhin erwähnten Vergiessen, Angiessen und Anschweissen defekter Gussstücke verwer-

*) Dem Verfasser persönlich bekannt sind noch ganz besonders die vielseitigen Leistungen der Giesserei auf der Königin Marienhütte bei Zwickau, wo jedes Bruchstück des eigenen Betriebes in der besten und dauerhaftesten Weise ergänzt wird.

**) Das Verhalten des Graphits beruht anscheinend auf seiner Löslichkeit im gekohlten Eisen von sehr hoher Temperatur, aus welcher Lösung er sich bei eintretender Erkaltung wieder abscheidet. S. weiter unten die Betrachtungen über das Expandiren und das Schwimmen des kalten Roheisens auf dem heissflüssigen.

then. Diese Eigenschaft kann man nach dem Gesagten als ein Attribut vorzugsweise des körnigen Gemengtheiles ansehen, der sich im Gefüge des frischen Bruches halbirter und körniger Sorten leicht erkennen lässt und dessen Dasein auch noch die alsdann häufig vorkommenden gestrickten Krystallisationen verrathen.*)

Schmelzpunkt des Roheisens.

§. 112. Den im I. Band, S. 113, gemachten Mittheilungen lassen sich noch nachstehende Erörterungen zufügen. Die Temperatur des Ueberganges von dem festen in den flüssigen Aggregatzustand bei dem Roheisen zu bestimmen, ist nach dem, was hier über die muthmassliche Zusammensetzung der meisten Gusseisenarten gesagt worden ist, nur für solche Varietäten denkbar, in welchen entweder der blättrig krystallinische oder der körnig krystallinische Bestandtheil möglichst, d. h. bis zum anscheinenden Verschwinden der übrigen, dominirt. Selbst inner-

*) Der Verfasser nimmt, wie er in seiner Dissertationsschrift aus den physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Roheisensorten ableiten zu müssen glaubte, und bereits im I. Bd., S. 182 u. ff., andeutete, für das Roheisen als Collektivum den Charakter eines Gemisches in Anspruch, für das bereits Tunner eine Formel aufstelllte. Tunner's Raisonnement (Oesterr. Zeitschrift 1867, S. 55) ist wesentlich Folgendes: Unter den Verbindungen des Eisens mit Kohlenstoff zeigt nur eine, das Spiegeleisen, sichere Merkmale einer chemischen Verbindung, und zwar Krystallisation, deren System allerdings nicht erkennbar ist, dann das vollständige Verschwinden einzelner Eigenschaften der Bestandtheile, z. B. der Weichheit und grossen Strengflüssigkeit des chemisch reinen Eisens und des Kohlenstoffs, indem das Spiegeleisen als solches sehr hart, spröde und leichtflüssig ist.

Der Zusammensetzung des Spiegeleisens entspricht am nächsten die Formel = Fe_4 C, d. h. die eines Viertelcarburets des Eisens.

Alle Bemühungen, andere Verbindungen herzustellen, sind gescheitert, so die Versuche von Faraday, Berthier (Fe C), Calvert (Fe_6 C_4) und Gurlt (Fe_8 C). Das letztere ist nach Tunner reines Eisen (Jahrb. der Oestr. Akademien X).

Es existirt also nach Tunner nur eine unzweifelhafte Verbindung von Kohle und Eisen, das Spiegeleisen, Fe_4 C; die

halb dieser so sehr engen Grenzen stösst man noch auf grosse Schwierigkeiten.

Diese werden hauptsächlich durch die Höhe der Temperaturen verursacht, die zu messen sind, und machen es nicht selten unmöglich, eine direkte Messung auszuführen; man muss sich im Gegentheil meist eines indirekten Verfahrens bedienen, welches nur Annäherungswerthe giebt.

anderen Sorten des weissen Roheisens sind Auflösungen von chemisch-reinem in Spiegeleisen.

Das graue Roheisen ist nach Tunner eine ebensolche Auflösung, welche noch ausgeschiedenen Graphit enthält. Mn, Cu, Al, Ca, Mg vertreten das Eisen theilweise in seinen Verbindungen mit dem C. Mn übt dadurch einen Einfluss auf die Formel, dass es ein geringeres Atomgewicht besitzt und mehr C bindet als Fe.

Si, Ph und S sind nach Gurlt die Vertreter des C, nach Tunner ist dieses aber nur von Si recht sicher, wegen dessen Aehnlichkeit, im Aussehen und Verhalten, mit dem C.

Die Tunner'sche Formel für das Roheisen lautet daher:

$$\left.\begin{matrix} Fe_4 \\ Mn_4 \\ Cu_4 \\ Al_4 \\ Ca_4 \\ Mg_4 \end{matrix}\right| \left.\begin{matrix} C \\ Si \\ S \\ Ph \end{matrix}\right\} + m\,C + n\,Si + q\,Fe.$$

Ausserdem entstehen unter besonderen Umständen noch Verbindungen von Mn + Ph, S und Si, von Cu mit S, welche sich theilweise ausscheiden.

Die vorstehenden Behauptungen lassen sich nach Tunner besonders durch einen Hinblick auf den Stahl erproben.

Derselbe steht im Bezug auf den C-Gehalt zwischen Roheisen und Stabeisen, denn der Gussstahl entsteht durch Zusammenschmelzen von Spiegel- und Stabeisen, und Cementstahl durch Kohlung von Stabeisen.

Der gehärtete Stahl, durch schnelles Erkalten sich bildend, ist ein Gemenge von Spiegeleisen und Stabeisen. In dem langsam erkaltenden Stahl dagegen bildet sich ein Gemisch von grauem Eisen, Graphit und Stabeisen aus, das blos Reste von $C\,Fe_4 + Fe + C$ enthält.

Julien's Hypothese, dass der gehärtete Stahl den C in besonderer krystallisirt oktaëdrischer Modifikation enthalte, ist falsch, weil ohne befriedigenden Grund. Bereits 1830, in: „Anwendung der erhitzten Gebläseluft u. s. w., später herausgegeben vom Verein zur Unterstützung der Gewerbe, Wien 1838," hat Tunner die angegebene einfachste Theorie über die Constitution des Roheisens ausgesprochen.

Nach den von Dulong & Petit angegebenen Methoden, hohe Temperaturen aus der spezifischen Wärme ihrer Träger (hier also des Roheisens) zu bestimmen, berechnet sich, wie Karsten mittheilt, die Temperatur des geschmolzenen Roheisens auf 1400 bis 1450° R. oder 1750 bis 1812° C., sobald die spezifische Wärme desselben auf 0,1260 angenommen wird.*) Das zu diesen Versuchen angewendete geschmolzene Roheisen ist jedenfalls überhitzt gewesen, d. h. vollkommen dünnflüssig, denn nur dieser Zustand gestattet das erforderliche genauere Abmessen resp. Abwiegen einer bestimmten Quantität.

Andere Versuche, welche mit direkter Messung durch Pyrometer oder ähnliche Apparate von theilweise unsicherer Wirkung gemacht worden waren, ergaben durchaus abweichende Resultate. So fand z. B. Daniell mit seinem Registerthermometer den Schmelzpunkt des grauen Roheisens schon bei 1224° R., eine Angabe, welche durchaus eine genauere Kritik verlangt. Pouillet bestimmte mittelst seines Pyrometers die Schmelzpunkte:

für leichtflüssiges	weisses	Roheisen auf	1050° C.
- strengflüssiges	-	-	1100° C.
- -	graues	-	1200° C.
- leichtflüssiges	-	-	1100° C.

Diese Zahlen sind noch niedriger, als der von Daniell gefundene Werth; sie sind deshalb mit noch grösserer Vorsicht zu gebrauchen.

Im Allgemeinen lassen die eben angeführten Resultate besonders deshalb Manches dunkel, weil die Qualität der dem Versuche unterworfenen Roheisensorte sowie ihre sonstigen äusseren Eigenschaften vollständig ausser Acht gelassen sind.

Die in den Handbüchern adoptirten Mittelwerthe haben noch weniger Werth, da sie von der unrichtigen Voraussetzung ausgehen, das Roheisen sei ein fest con-

*) Vergl. die Entwickelungen, Eisenhüttenkunde 3. Aufl., Bd. I, S. 309 u. ff. §. 100.

stituirter, streng definirbarer Körper von einer gewissen Permanenz in den Haupteigenschaften.

§. 113. Vergleicht man mit den erwähnten Zahlen die Temperaturwerthe, die viele Metallurgen, u. A. der verdienstvolle Mayrhofer, für die normale Erzeugung bestimmter typischer Roheisenarten in den Hochöfen berechnet haben, so ergiebt sich ein merkwürdiger Unterschied. Von dem Grundsatze ausgehend, dass für ein bestimmtes Roheisen, welches dauernd in einem Hochofen dargestellt werden kann, auch ein nicht wohl veränderlicher Schlackensatz von bestimmtem Silicirungsgrade Bedingung sein muss, hat Mayrhofer aus der erfahrungsmässigen durchschnittlichen Zusammensetzung dieser Schlacken den Schmelzpunkt derselben festgestellt und damit den Temperaturgrad ermittelt, den das theils früher schon, theils zur selben Zeit reducirte Eisen im Augenblick seiner Verwandlung in Roheisen besitzen müsse.

Dieser Temperaturgrad ist indirekt vom Schmelzpunkt des Roheisens abhängig, weil man in der Praxis danach strebt, das Roheisen möglichst flüssig, doch nicht überhitzt darzustellen. Er ist bei allen Roheisenarten höher als der eigentliche Schmelzpunkt, weil doch das Roheisen einen Ueberschuss an Wärme aufnehmen muss, um flüssig zu bleiben. Dieser Ueberschuss ist bei jeder Sorte verschieden und richtet sich nach der Natur derselben und ihrer Zusammensetzung.

Da die Bestandtheile des Roheisens eine verschiedene Wärmecapacität besitzen, sei sie nun als spezifische oder als relative Wärme ausgedrückt, so müssen die Mischungen derselben Körper, wie auch ihre Verbindungen eine veränderliche Wärmemenge aufnehmen, um flüssig zu bleiben, je nachdem die Proportionen jener Componenten sich verändern. Das Gesagte gilt vom Roheisen ganz besonders, als einer höchst veränderlichen Mischung von Verbindungen einzelner Elemente mit diesen Elementen selbst.

Nach den Versuchen von Regnault besitzt reines Eisen = 0,11379 als Ausdruck seiner spezifischen Wärme (mit der des Wassers verglichen); der Werth für die

Kohle dagegen steigt auf 0,24111, so dass sich bei einem mittleren Kohlegehalt von 5 Prc. im Spiegeleisen ein Werth von 0,12150 für die spezifische Wärme des letzteren berechnet.

Für weisses Roheisen fand Regnault 0,12983 und es ist hierbei zu berücksichtigen, dass dasselbe möglicherweise körniges weisses Eisen und leichter als Spiegeleisen war, abgesehen von den wahrscheinlichen Differenzen aller Erfahrungs- mit den Rechnungsresultaten.

Zu den zwei Werthen für Eisen und Kohleneisen kommt noch der des Hochofengraphits, welcher nach Bettendorf & Wüllner im Mittel 0,1961 beträgt, ein Werth, der mit den Versuchsresultaten für natürlichen Graphit (0,1955 im Mittel) nahe übereinstimmt.*)

Mayrhofer giebt in einer Tabelle seiner „Studien des Hochöfners“**) Daten in Betreff der spezifischen Wärme verschiedener für den Hochofenbetrieb interessanter Stoffe und hat bei einigen derselben die Werthe der spezifischen Wärme für verschiedene Ofentemperaturen festgestellt. Daraus geht hervor, dass die hauptsächlichsten Roheisenarten in den höheren Temperaturen weit mehr Wärme aufnehmen können, als dies in den niederen Temperaturgraden, etwa bis zur Siedhitze des Wassers der Fall ist.

So zeigt das schwarzgraue Giessereiroheisen, welches Mayrhofer als ein mit Graphit gemengtes luckiges, d. h. kohlearmes Roheisen anspricht: von 0° bis 100° den Werth 0,133; bei der auf 2000° geschätzten Erzeugungstemperatur desselben steigt die spezifische Wärme auf 0,246. Bei dem Spiegeleisen befindet sich für 0° bis 100° der Werth der spezifischen Wärme = 0,133, für die auf 1850° berechnete Erzeugungstemperatur dagegen = 0,231.

*) Vergl. den interessanten Bericht: Einige Versuche über die spezifische Wärme allotroper Modifikationen von A. Bettendorf & Wüllner (Poggendorff's Annalen Bd. 133. S. 293).

**) Jahrbuch der österreichischen Berg- und Hüttenmännischen Montanlehranstalten, Bd. X, herausgegeben von J. Grimm 1861. S. 430. Tab. V.

Aehnlich verhält es sich mit den reinen luckigen Flossen, welche für 0° bis 100° einen Werth von nur 0,119, aber für die auf 1700° ermittelte Erzeugungstemperatur eine spezifische Wärme von 0,201 zeigen.

Durch die dargelegten Schwankungen in den Werthen für die Wärmecapacitäten der Roheisenarten erklären sich die Differenzen in den Angaben der Schmelzpunkte zum Theil, noch mehr aber die Unterschiede, welche zwischen den praktischen Resultaten und den, in der Regel nur den Beginn des Flüssigwerdens betreffenden, Ergebnissen rein wissenschaftlicher Versuche stattfinden.

Eine gründliche Berechnung der Betriebsresultate bei den Umschmelzöfen des Giessereibetriebes ist am ersten im Stande, die nothwendige Aufklärung über die zum Schmelzen des Roheisens erforderlichen Wärmemengen und die pyrometrischen Werthe derselben zu geben.

Die an der Oberfläche erkennbaren Charaktere des geschmolzenen Gusseisens.

§. 114. Ist das Roheisen vollkommen geschmolzen und hat dasselbe den höchsten Flüssigkeitsgrad erreicht, dessen es fähig ist, so zeigt es die folgenden Eigenthümlichkeiten.

Seine Farbe ist gelb bis weiss, mit einem Stich in das Röthliche; dabei strahlt es ein intensives, nur durch Ausscheidungen aller Art etwas getrübtes Licht aus und besitzt zugleich einen gewissen Grad von Durchscheinenheit. Allerdigs lässt sich die Farbe sowohl als die Lichtstärke des geschmolzenen heissesten Giessereiroheisens nicht mit den bezüglichen Charakteren des ausgeschweissten Stabeisens oder des aus dem Converter rinnenden Bessemerstahls entfernt vergleichen.

Von allen Roheisensorten zeigt das graue Giessereiroheisen, wenn es zum Guss kleiner Gegenstände im Cupolofen recht hitzig eingeschmolzen worden ist, die hellste, etwas gelbliche Farbe und den lebhaftesten Glanz, während das körnig halbirte eine mehr orangerothe

Färbung hat. Spiegeleisen und Weissstrahl besitzen eine mehr röthlichweisse Farbe, die indess bei Hochofenabstichen sich weniger klar erkennen lässt, als bei Flamm-, resp. Feinofenabstichen, wo nicht so viel Unreinigkeiten, brennende Cokes u. s. w. auf der Eisenoberfläche schwimmen und den Eindruck trüben.

In allen diesen Beziehungen wird das Aussehen des Roheisens von dem jedesmal dominirenden Bestandtheile desselben mitbestimmt; so verursacht der Graphit das starke, vorzüglich an der Oberfläche sich zeigende Leuchten des grauen Roheisens, während der körnige Bestandtheil den Transparenzgrad beeinflusst. Der blättrige Gemengtheil, das reine Spiegeleisen, ist homogener und dichter als jene und bewirkt durch sein ausschliessliches Vorherrschen gleichfalls die eigenthümliche „dicke" Farbe des weissen Roheisens verschiedenen Gefüges.

Die Oberfläche des geschmolzenen Roheisens ist jedoch nicht von ruhiger Beschaffenheit, sondern zeigt eine eigenthümliche Beweglichkeit, welche von allen Praktikern gekannt und als Kennzeichen für den Charakter des Roheisens verwerthet wird. Man bezeichnet diese Erscheinung wohl auch mit der Benennung „das Spiel" des Eisens, indem man dabei an ein Analogon des Farbenspiels gewisser bewegter Körper denkt.*)

Die Farbe „spielt" hier zwar nicht, wohl aber wechseln dunklere und hellere Töne derselben Farbe, um das „Spiel" hervorzurufen, wozu noch Unterschiede im Glanz kommen und zur Deutlichkeit beitragen.

Das „Spiel" stellt sich jedoch nicht bei jeder beliebigen Temperatur des Roheisens ein, sondern beginnt erst, wenn das vollkommen flüssige Metall etwas an Wärme verliert. Das schon erwähnte, heiss eingeschmolzene, graue Giessereiroheisen zeigt z. B. nur ein flüchtiges hin- und herhuschendes Leuchten, welches denselben Eindruck wie moirirte Flächen macht.

*) Im I. Bd., S. 120, ist bereits einiges über das Spiel gesagt worden, das hier nur weiter ausgeführt und vervollständigt wird.

Erst nachdem die Wallungen etwas nachgelassen haben und das Leuchten sich verloren hat, stellt sich ein bewegliches Netzwerk von Figuren auf der Metalloberfläche ein, das eine Menge Fadenbündel zeigt, die um unzählige einzelne Krystallisationspunkte schwingen. Je weisser das Roheisen ist, d. h. je mehr es sich dem Spiegeleisen nähert, desto dicker, kürzer und plumper werden diese bewegten Figuren; ihre grösste Feinheit und Beweglichkeit erreichen sie bei dem körnig grauen Roheisen, wenn es im Flammofen vorsichtig eingeschmolzen worden ist.

§. 115. Eine genauere Betrachtung zeigt, dass alle diese Figuren Risse einer sich bildenden matten Haut sind, und dass der Contrast dieser hellen Haut und des dazwischen zum Vorschein kommenden spiegelnden und darum dunkler erscheinenden Metalls die beweglichen Spalten und Risse zu einem deutlichen Eindruck bringt. Allem Anscheine nach ist das „Spiel" nichts weiter, als der Beginn der Krystallisation, welcher aber nicht allein an der Oberfläche stattfindet, sondern, wie später gezeigt werden soll, auch an dem Boden des Gefässes, in welchem das Roheisen sich befindet. Erstarrt das letztere sehr rasch, z. B. in einer eisernen dickwandigen Masselform, dann überwiegt die Krystallisation am Boden und das „Spiel" entwickelt sich nur sehr schwach.

Eigenthümlich ist die später bei Besprechung des Hartgusses noch besonders zu erwähnende, technische Wichtigkeit des Spiels für solche Artikel: der geheimnissvolle Zusammenhang des abnehmenden Spiels mit dem Nähern der Giesstemperatur.

Wenn der Hartguss keine auf einer Ablösung der Hartschale vom grauen Kern beruhende Fehler zeigen soll, ist es erforderlich, den Guss genau in derselben Minute auszuführen, in der sich das Spiel allmälig verliert.

Die vielen in steter Verbindung befindlichen Schwingungspunkte des Spiels auf körnig grauem Eisen, welche wie die Mitten von beweglichen Sternen aussehen, lassen sich ganz eben so gut auf die vorherrschend reguläre Krystallisation des körnigen Eisens beziehen,

wie die oft parallelen, oft sich schneidenden, breiten Linien des Spiels auf Spiegeleisen, zu dessen ebenso regellos durch- und aufeinander gewachsenen Blättern.

Der Graphit findet sich erst gegen das Ende des Spiels in solcher Menge ein, dass er der freien Entwicklung der Krystallisationen in den Weg treten kann; sein Einfluss kann also hierbei nicht in Betracht kommen. Nur bei sehr überhitztem Roheisen findet auch eine Oberflächenabscheidung von Graphit statt und ein fortwährendes Ausstossen von Garschaum. Bei einem solchen Roheisen reducirt sich das ganze Spiel auf ein flimmerndes Auftreten und Verschwinden einzelner leuchtender Punkte, welche man ebenfalls für die Anfänge einer später gestörten Krystallisation ansehen kann.

Nach eigenen Wahrnehmungen des Verfassers ist das Spiel des im *Ireland*'schen Cupolofen umgeschmolzenen schottischen Roheisens (mit Brucheisenzuschlag und einem quantitativ unbedeutenden Zusatz härterer Eisensorten) ein kurzes und bewegliches. Die einzelnen Fäden oder Hautrisse der Metalloberfläche bilden kurze aber dicke Bündel; *die Zahl der Oscillationsmittelpunkte ist grösser als bei dem oberschlesischen Roheisen, aber geringer als bei dem schaumigen und hochgaren Eisen der Ilsenburger Hütte*, wo sich das Spiel in der vorhin erwähnten Weise ändert.

Nach einer Notiz im Berggeist 1869, S. 28, zeigt das mehrfach erwähnte Roheisen von *Mathildehütte bei Harzburg kein deutliches Spiel* und hängt diese Erscheinung mit dem hohen Siliciumgehalt, der sich in diesem Roheisen graphitartig abscheiden dürfte, wahrscheinlich zusammen.

Man bemerkt beim Erstarren das Ausstossen *schwarzer Pünktchen*, die sich zu einer Haut vereinigen und jedenfalls aus einem eisenhaltigen Silikat bestehen.

Sehr interessant ist das Spiel bei dem überhaupt in vielen Beziehungen sonderbaren Eisen der *Rothehütte bei Elbingerode*. Das im Fluss quecksilberartig bewegliche Metall, welches vor dem Erstarren in

unerklärlicher Weise expandirt, durchaus grau im Korn und selbst in den dünnsten Güssen von ungewöhnlicher Weichheit erscheint, hat ein ganz grobes Spiel, das bei 2 und 3 Fuss grossen Herdplatten sich auf ein paar klaffende in beliebigem Winkel sich schneidende Linien reducirt und bei der geringen Dicke der Platten ein beredtes Zeugniss für die Dünnflüssigkeit des Gusses ablegt. Auf den Platten lassen sich die Linien des Spiels auch nach dem Erstarren wahrnehmen.

Bekannt ist die ausführliche Arbeit von Schott in Ilsenburg über das Spiel dortiger Roheisenarten*); der erfahrene Verfasser versuchte es sogar, den sinnlichen Eindruck des Spiels durch Zeichnungen wiederzugeben, und es ist zu bedauern, dass sich die werthvollen Aufzeichnungen nur auf eine aus lokalen Umständen eng begrenzte Reihe von Roheisensorten beziehen.

Die Darstellungen von Schott in Ilsenbuɹg haben eine Würdigung gefunden in Crookes & Röhrig's englischer Ausgabe von Kerl's Hüttenkunde, Band III, ohne dass aber eine Erweiterung oder Vervollständigung der auf Ilsenburger Verhältnisse gegründeten Hypothesen versucht worden wäre.

In neuester Zeit hat Schott wieder eine Reihe interessanter Belegstücke gesammelt und es wäre zu wünschen, dass der unermüdliche und reichbegabte Fachmann die nöthige Musse fände, seine Erfahrungen für weitere Kreise zugänglich zu machen.

§. 116. Ausser dem „Spiel“ treten bei dem längeren Stehen flüssigen Roheisens noch andere Erscheinungen auf, welche das Interesse des Technikers stets in Anspruch genommen haben, trotzdem aber noch wenig aufgeklärt sind. Es sind dieses die sogenannten „Ausscheidungen“ oder fremdartigen Absonderungen, die sich beim allmäligen Abkühlen des Roheisens einfinden und besonders die härteren weissen Arten desselben auszeichnen.

Auf der Oberfläche des stark halbirten Roheisens, wie es u. A. zum Guss der Hartwalzen ver-

*) Bergwerksfreund VI. 1843. S. 241.

wendet wird, bilden sich flache Blasen, welche wie Fettaugen auf dem flüssigen Metall hin und her rollen, sich aber schliesslich beim Beginn des Erstarrens so gruppiren, dass die kleineren am Rand der Fläche, die grösseren in der Mitte derselben sich als flache Höhlungen festsetzen. Die Ränder derselben sind etwas erhaben und porös, wie mit Nadelstichen versehen: sonst haben diese Höhlungen dieselbe Farbe und Gusshaut wie der übrige Theil der Gussoberfläche.*)

Dass diese eigenthümliche Erscheinung ausschliesslich dem weissen oder stark halbirten Eisen angehört, kann man da sehen, wo ein Hochofen für Giessereibetrieb übersetzt wird, um ausnahmsweise und vorübergehend ein derartiges Produkt zu liefern. Wird z. B. in Malapane (Oberschlesien) der Hochofen zum Behuf des Walzengusses mit leichtflüssigen Sphärosideriten übersetzt und sind gleichzeitig Walzenbruch und Bohrspäne angewendet, um den hervorgerufenen Rohgang quantitativ und qualitativ zu bessern, so erkennt man das Eintreten der beabsichtigten Wirkung am besten, wenn man eine Schöpfprobe aus dem Gestell nimmt und mit reiner Oberfläche erkalten lässt. Sowie sich die „Augen“ in regelmässiger Vertheilung zeigen, ist man sicher, ein zum Hartguss taugliches Produkt zu haben.**)

Aus dem Gesagten kann man auch ableiten, dass diese auch als Probe oder Wanzen bekannte Erscheinung um so stärker auftreten muss, je eher die Veränderung des Eisens durch die Uebersetzung des Hochofens mit der leichtflüssigeren Beschickung sich einfindet.

Bei ganz weissem Eisen von splittrigem Gefüge wird die Erscheinung unregelmässig, die einzelnen flach und breit gewordenen Blasenmulden verlaufen in einander und die vermuthliche Ursache wird in kürzerer Zeit

*) Der Verfasser hat im I. Band., S. 110, bereits eine genau nach wirklicher Anschauung aufgezeichnete Beschreibung der Blasenbildung gegeben, der auch das Obige entnommen ist.

**) Vgl. hierüber ausser den älteren Mittheilungen Wachler's noch die Notizen von Rieschke im Berggeist 1860. No. 99.

und auf allen Punkten der Oberfläche in energische Wirkung getreten sein — während bei dem halbirten Eisen die Erscheinung sich mehr nach dem, den grauen Kern bedeckenden Theil der Oberfläche sich concentrirt — an den Rändern dagegen abnimmt.

Hartguss — welcher durch Umschmelzen gewonnen ist, namentlich solcher der aus dem Schachtofen stammt, zeigt die Blasen in weit kleineren Dimensionen und dichter zusammen liegend; die Durchmesser der einzelnen Hohlräume erreichen z. B. bei dem Hartguss der Borsig'schen Eisengiesserei (Herz- und Wechselstücke für die eigenen Schienenstränge der Fabrik) niemals die Grösse der bei den Hartwalzen zu Melapane und Gleiwitz beobachteten Verhältnisse. Die Vertheilung ist aber ähnlich, insofern sich die grösseren Blasen, von höchstens Erbsengrösse, nach der Mitte, d. h. einem circa die Hälfte bis zwei Drittel der totalen Oberfläche einnehmenden Kreis zusammenziehen, in welchem sie aber gleichmässig vertheilt erscheinen. Der übrige Theil wird mit bis zur Stecknadelkopfgrösse herab und darunter messenden Punkten und Löchern angefüllt, die ihrer abnehmenden Grösse nach von innen her nach dem Rande zu sich anordnen.

Vergleicht man schliesslich Flammofenguss und Cupolofenguss, so wird man zu der Bemerkung veranlasst, dass die Blasenbildung bei ersterem eine deutlichere und breiter auftretende ist, als bei letzterem und dass bei nur wenig halbirtem Roheisen das Blasenwerfen kaum eintritt, wenn man sich zur Umschmelzung des Cupolofens bedient hat.

Dabei ist selbstverständlich volle Gleichheit des Produktes beider Ofenprocesse vorausgesetzt.

§. 117. Die am nächsten liegende erklärende Vermuthung, dass diese Blasenbildung nothwendigerweise mit einer im flüssigen Roheisen sich abscheidenden Gasmasse zusammenhängen müsse, wird, was das Faktum an sich betrifft, bestätigt durch das mehr oder minder heftige Funkenwerfen beim Fliessen und Erkalten harter und weisser Roheisensorten. Diese Funken bestehen aus emporge-

rissenem Eisen in feinster Zertheilung, welches mit bläulich weissem Lichte verbrennt; eine ähnliche Erscheinung sieht man bei dem Bessemerprozess, wenn der Converter aufgerichtet oder geneigt wird und die Windströme der letzten noch im Eisen eingetauchten Formen dieses herausschleudern.

Bei dem weissen Roheisen ist aber das Funkenwerfen durchaus spontan, doch ist es im Grade des Auftretens nicht bei allen hierher gehörigen Roheisenarten vollkommen gleich. So zeigen die Spiegeleisen- und Weissstrahlvarietäten beim Abstechen aus den Hochöfen, welche diese Sorten gewöhnlich darstellen, das Funkensprühen weit weniger, als die aus einem vorübergehenden Rohgang entstandenen Roheisensorten gleicher Farbe und Textur. Diese letzteren unterscheiden sich von den erst genannten dadurch, dass sie die Gemengtheile des Roheisens in gleichmässigerer Vertheilung enthalten.

Während das Spiegeleisen und der Weissstrahl vorwiegend aus blättrig-krystallinischer Substanz, mit Kohlenstoff gesättigt, bestehen, enthalten die körnig-splittrigen und körnigen Weisseisensorten, mehr noch die halbirten Roheisensorten erster und zweiter Schmelzung eine namhafte Quantität metallischen Eisens beigemengt und daneben noch Graphit nicht unbedeutend ausgeschieden.

Wenn ein auf Spiegeleisen einerseits und ein auf graues Roheisen andererseits vorwiegend betriebener Hochofen durch Beschickungsveränderung oder durch Betriebsstörungen statt seiner gewöhnlichen Produkte jene Mischungen liefert — dann findet sich das charakteristische Funkenwerfen und das Blasenausstossen ein.

Sogar die Schlacken eines übersetzten Hochofens stossen mehr Gas aus als sonst und diese Veränderung pflegt das gewöhnliche Indicium zu sein, um den Eintritt der veränderten Gichten in das Gestell zu erkennen.

Die Bewegung, welche man dem Roheisen ertheilt, begünstigt natürlich das Ausbrechen der Funken, wie man beim Walzen- und Geschützguss leicht sehen kann.

Jede Vermehrung der Graphitausscheidung wirkt dagegen hinderlich auf das Funkenwerfen; die halbirten Gemische, welche man beispielsweise aus hartem schwedischen Eisen, doppeltgeschmolzenem schottischem Eisen und hartem halbirten deutschen Eisen in Berlin darstellt, um aus dem Cupolofen Hartguss zu machen, verhalten sich ganz anders, als die später zu besprechenden Walzeneisenmischungen der Gleiwitzer Hütte — wo das oberschlesische Giessereiroheisen von bekanntlich hartem Charakter die Grundlage bildet und die Schmelzung im Flammofen vollzogen wird.

Vergleicht man die Produkte zweier verschiedener Schmelzapparate, so wird dasselbe Roheisen um so mehr Funken sprühen, als es heisser und dünnflüssiger ist — gelingt es aber die Temperatur gleich hoch in beiden Apparaten zu halten, so producirt augenscheinlich das Flammofenprodukt mehr Funken, als das Schachtofenprodukt.

Roheisensorten von greller Beschaffenheit, z. B. weisses schwedisches Eisen, sind, auch wenn sie im Ireland'schen Cupolofen geschmolzen, also überhitzt wurden — oft so mit Funken bedeckt, dass man nur schwer die Giesspfannen sehen kann.

Ebenso ist bei der Feineisenfabrikation oft das ganze Abstichfeld so mit einem Funkenschwarm bedeckt, dass man das Eisen selbst kaum unterscheidet. Es scheint ausserdem, als würde diese Art Ausscheidungen durch die Anwendung einer raschen Abkühlung in Coquillen oder gusseisernen Schalen besonders befördert; jedenfalls aber deutet das ganze Phänomen auf einen gewissen Gasgehalt des Roheisens hin, der bei der Abkühlung, mehr oder minder rasch, zu entweichen gezwungen ist.

§. 118. Ueber die muthmassliche Zusammensetzung dieser Gasart*) fehlen noch die

*) Vielleicht bringen die sich mehrenden wissenschaftlichen Untersuchungen des Bessemerprozesses Licht in diese ganze

nothdürftigsten Erfahrungen der Praxis. Der verdienstvolle Caron hat neuerdings zwar eine Reihe Untersuchungen über die Gasbildung beim Eisenschmelzen veröffentlicht; da dieselben aber sich auf reines Eisen und Schmiedeeisen beziehen, kann man sie nur unter gewissen Beschränkungen und mit Hilfe einiger Voraussetzungen auf die Verhältnisse des Roheisens anwenden.

Seine in den Comptes rendus der Pariser Akademie veröffentlichten Arbeiten über die Auflösung reducirender Gase im geschmolzenen reinen Eisen und in geschmolzenen Eisencarbureten, sowie über die Ursachen des Spratzens (*rochage*) der letzteren und des Funkenwerfens dieser Metalle wenden sich zunächst gegen die Folgerungen, die H. Ste.-Claire Deville aus den desfallsigen Untersuchungen von Troost & Hautefeuille abgeleitet hatte.

Die Letzteren hatten beim Schmelzen von raffinirtem Eisen und Stahl in einer Flamme von Sauerstoff und Leuchtgas, die indessen einen wesentlich reducirenden Charakter besitzen sollte, ausbrechende Funken und ein dem Spratzen des Treibsilbers ähnliches Hervortreten metallischer Theile beobachtet und die Vermuthung ausgesprochen, dass dieses von der Absorption und Expulsion des in der Flamme vorherrschenden Gases herrühre, welches als Kohlenoxyd richtig vermuthet werden konnte.

Caron behauptet dagegen, beim Schmelzen der drei Eisensorten in einem Gasstrom von entschieden reducirendem Charakter niemals ein Spratzen oder Funkenwerfen beobachtet zu haben, wenn nicht dem

Angelegenheit; in dem erkalteten Bessemerstahl finden sich unter bestimmten Umständen viele Blasenräume, welche zweierlei Colorit zeigen und deshalb auf einen verschiedenen Inhalt schliessen liessen. Es gelang den Bemühungen englischer Chemiker, solche Blasen unter Wasser anzubohren und das Gas zu sammeln, das sie enthielten. Es war wesentlich Sauerstoff einerseits und Kohlenoxyd andererseits, welche eine verschiedene, beziehungsweise bunte und einfach bräunliche Färbung hervorgerufen hatten.

Metall ein Oxyd oder eine Erde beigemengt war, die durch das angewandte Gas reducirt werden konnte.

Wenn man beim reducirenden Schmelzen von Eisen dennoch die genannten Erscheinungen beobachtet, so trägt daran kein gelöstes oder eingeschlossenes Kohlenoxyd die Schuld, sondern dieses Gas bildet sich erst durch Einwirkung des Kohlenstoffgehalts der Metallsubstanz auf beigemengte Produkte vorgängiger Oxydation. Diese Oxydation wird möglich, sobald sich Wasserdampf in den Flammgasen befindet und dieses ist beim Verbrennen von Leuchtgas und Sauerstoff fast immer der Fall.

Jedes geschmolzene Eisencarburet bildet unter solchen Umständen etwas Eisenoxyd und dieses giebt seinen Sauerstoffgehalt ab, um die Oxydation des Kohlegehaltes im Carburet zu bewirken.

(Aus diesem Grund müssen auch die Stahlschmelzöfen und Gefässe immer kohlenreicher besetzt werden, als das Produkt ausfallen soll.) Während des Schmelzens ist die Kohlenoxydentwickelung nicht sehr merklich; beim Erkalten aber brechen die letzten Gastheile mit einem Mal heraus oder ziehen sich in Form von Blasen oder Löchern nach dem Kern des Gusses zurück.

Als Complementärbeweis kann zugefügt werden, dass reines Eisen, z. B. gutes Handelseisen, im Tiegel eingeschmolzen werden kann, ohne beim Erkalten die Erscheinung des Spratzens zu zeigen. Man hat im Gegentheil erhebliches Schwinden wahrgenommen.

Die blosse Absorption von Kohlenoxyd aus der Flamme genügt also nicht zur Erklärung des Phänomens, sonst müsste auch bei nahezu kohlefreiem Eisen dasselbe eintreten.

Nach Caron's Versuchen ist ebenso gewiss, dass auch die Funken des brennenden Stahls und Roheisens nicht von einer Absorption der reducirenden Gase herrühren können; es war leicht zu zeigen, dass diese Gase mit dem Phänomen des Funkenwerfens in keiner Weise causal zusammenhängen.

Reines Eisen brennt mit denselben Funken wie der Stahl und das Roheisen, wenn man es in reinem Sauerstoff zum Glühen erhitzt; auch die beim Schlagen gegen harte Körper erzeugten Funken sind bei allen Eisenarten ziemlich dieselben.

Der geringe Kohlegehalt des guten Schmiedeeisens kann aber hierbei nicht in Anschlag gebracht werden, denn er ist nach den gemachten Versuchen nicht stark genug, das geschmolzene Metall zum Spratzen und Blasenwerfen zu bringen. Auch bei Eisen von absoluter Reinheit zeigen sich die Funken fast gleich schön, wie beim Stahl und bei dem Roheisen.

§. 119. Bei weiterem Verfolgen dieser Versuche (vgl. Berggeist 1870, S. 366) ergab sich für das reine Eisen und selbst das gewöhnliche Handelseisen das eigenthümliche Resultat, dass beim Schmelzen in einer reducirenden Atmosphäre (Kohlenoxyd oder Wasserstoffstrom) kein Spratzen eintritt, wogegen beim Schmelzen in offener Schale und vor dem Knallgasgebläse die genannte Erscheinung stattfindet.

Geschmolzenes Eisenoxyd zeigt das Spratzen ohne Funkenwerfen; diese Beschränkung ist erklärlich, wenn man überlegt, dass kein reducirtes Eisen vorhanden war. Es muss also das Eisenoxyd ein Gas ausstossen, welches das Spratzen hervorbringt und welches, sobald metallisches Eisen eingemengt ist, dieses in Funken auswirft.

Beim Roheisenschmelzen, das Caron noch nicht direkt in den Bereich seiner Versuche gezogen hat, würde es sich also um zweierlei Ursachen für Blasenwerfen und Funkenausscheidungen handeln:

einmal die Gegenwart von Kohlenoxyd, gebildet durch Reduktion vorhandenen Eisenoxyds durch den Kohlegehalt des Eisens;

dann die Gegenwart überschüssigen Eisenoxyds beim Erstarren.

Bei dem Roheisen wird allerdings der erste Grund vorwiegend zur Wirkung kommen, da, wie im §. 117 constatirt worden ist — hauptsächlich die

Eisensorten Funken werfen und spratzen, in welchen kohlereiche Gemengtheile, also die blättrige Substanz den anderen das Gleichgewicht hält — weder vorwiegt noch bis zur Unsichtbarkeit zurücktritt.

Der andere Grund dürfte nur in beschränktem Umfang, und vielfach gehindert durch die Graphitausscheidung, bei dem zähesten körnig-grauen Eisen vorkommen, wie es nur noch bei einzelnen Holzkohlenhochöfen gewonnen wird.

Der Verfasser wurde z. B. vom Oberhütteninspektor Schott zu Ilsenburg auf eine Erscheinung aufmerksam gemacht, die sich in neuester Zeit bei der Anfertigung von Kunstgusswaaren mit theilweise glatten Flächen, z. B. flachen Schalen, Schüsseln, Patenen u. s. w. zeigte. An unregelmässig vertheilten Stellen dieser Dinge bemerkte man, oft nur mit dem Fingergefühl, rauhe Flecken, sowohl auf dem glatten Grund der Oberflächen als auch auf den Verzierungen. Bei der Betrachtung durch eine scharfe Loupe lösten sich die Flecken in hervorgewachsene Körner auf, welche über die Gussoberfläche ragten und die Contuinität nicht, wie man anfänglich glaubte, nur in blos mechanischer, sondern auch in chemischer Beziehung störten. Bei den späteren Operationen des Galvanisiren verhielten sich diese Flecken anders als der übrige Theil der Oberflächen und störten den Effekt in solcher Weise, dass eine Menge Gusswaaren als unbrauchbar zu den feineren Vollendungsarbeiten sich erwiesen.

Versuche unter besonderen Umständen, welche die Ausscheidung begünstigen sollten, angestellt, zeigten das Durchbrechen der Gusshaut durch hervorgetriebene Krystallkörper, während im Innern Hohlräume, im Aeusseren Aufblähungen der Oberfläche Zeugniss von dem Vorhandensein einer expandirenden Kraft ablegten — die nicht allein den später zu erörternden molekularen Verschiebungen entstammen konnte.

§. 120. Sehr eigenthümlich ist eine an der Oberfläche der Gänze vorkommende Blasenbildung, die der Verfasser geneigt ist, einem Eindringen, nicht

aber einem Entweichen von gasförmigen Substanzen (atmosphärischer Luft) zuzuschreiben, da Form und örtliche Ansammlung von dem Vorkommen der „Probe“ oder „Wanzen“ entschieden abweichen. In wieweit die vorstehende Annahme richtig ist, muss weiteren Mittheilungen über eine Erscheinung vorbehalten bleiben, welche glücklicherweise so selten vorkommt, dass gewiss wenig Hochofentechniker ihre Aufmerksamkeit darauf wandten, während die Giessereitechniker sie seltener an angekauftem Roheisen, sondern ebenfalls nur am Hochofen zu sehen bekommen.

In grossen Städten wie Berlin allerdings, wo ein namhafter Metallmarkt sich vorfindet, gelangen wohl hie und da solche schlechte Hochofenprodukte in die Werkstätten, doch nur vermöge ihres niedrigen Preises und der Ignoranz der geschäftsführenden mit dem Ankauf beauftragten Bureaubeamten. Dann finden sie sich vorwiegend unter den weissen Roheisensorten von sprödem Charakter und körnig-splittrigem Bruch; dem Verfasser ist ein Fall bekannt, wo dergl. Waare als schwedisches oder ungarisches Roheisen angekauft wurde und seiner schlechten Eigenschaften balber jahrelang auf dem Hofe lag, da der Giessmeister nur geringe Menge davon seinem Betrieb ungestraft zuführen durfte.

Das Eisen vereinigt gewöhnlich alle schlechten Eigenschaften des sogenannten grellen Roheisens mit dickem breiigen Fluss, raschem käsigen Erstarren und lockerem Gefüge, dem zur Ausbildung der Krystallisation die Beweglichkeit fehlt und das in Folge dessen weder Continuität noch Festigkeit besitzt.

Diese Blasenbildung, welche bereits im I. Bd. S. 29 als Kennzeichen eines besonders unreinen und bei hohem Schlackensatze erblasenen Roheisens angeführt wurde, zeichnet sich vor Allem dadurch aus, dass die Blasen, von der ziemlich ebenen Oberfläche der Gänze an, sich nach unten erweiternd, eine längliche, beutelförmige Gestalt haben und stets oben offen sind. Die Innenfläche ist graublau und lebhaft glänzend; man muss also auf Grund der für das An-

laufen des Roheisens gültigen Farbenreihe annehmen, dass sich diese Blasen bereits bei dem Erstarren des Roheisens bilden, einem Zeitpunkte, welcher bei dieser Varietät fast plötzlich und ohne vorhergehendes Spiel eintritt.

Die Blasen entstehen vielleicht in Folge des starken Schwindens unter der bereits halbfesten Oberfläche. Die noch flüssigen Theile ziehen sich nach dem Innern zurück und an ihre Stelle treten Luftblasen, in Folge des lockeren Gefüges in der Gusshaut selbst.

Die Narben der Spiegeleisenbarren und ähnliche Produkte mit hohem Mangangehalt bilden die letzte Gruppe der Ausscheidung und sind schon deshalb von geringerem Interesse, weil sie nur selten und dann unter Ausnahmeverhältnissen vorkommen.*)

Das Expandiren des Roheisens.

§. 121. Wird das Roheisen abgekühlt, so übt es in noch flüssigem Zustande eine eigenthümliche treibende Kraft gegen die es umschliessenden Wände aus, welche zu einer wirklichen Volumvergrösserung führt.

Dieselbe hört beim Erstarren auf und ist durch direkte Messung schwer nachzuweisen; doch sind ihre Folgen hinreichend bemerklich und treten in der Technik der Eisengiesserei hindernd und schadenbringend auf. Giesst man z. B. das Roheisen in Formen aus festgestampftem Sand, so bemerkt man häufig, dass ein Auseinandertreiben derselben zwischen dem Zeitpunkte des Gusses und dem der völligen Erstarrung eintritt. Gewöhnlich wird dieser Vorgang dadurch gehemmt und in seiner Wirkung geschwächt, dass man die Form möglichst stark beschwert und verklammert, so dass ein Ausweichen ihrer einzelnen Theile gar nicht oder nur schwer stattfinden kann.

*) Analysirt und beschrieben sind diese Narben von R. Richter, Jordan und Anderen. Vgl. u. A. Leobener Jahrbuch 1860, IX. 1861, X, S. 327.

Man hat versucht, die hierher gehörenden Erscheinungen auf den hydrostatischen Druck zurückzuführen; derselbe vermag indess nur bei grossen, eine relativ bedeutende Vertikalausdehnung besitzenden Stücken wirksam aufzutreten. Das Treiben wird aber auch bei flachen, in horizontaler Richtung vorzugsweise entwickelten Formen beobachtet; ebenso bei grossen Massen, wie bei kleineren.

Oft tritt die Erscheinung stark auf, d. h. mehr oder minder deutlich, während wieder in anderen Fällen sie verschwindet. Beispielsweise ist sie am stärksten bei grauem graphitreichen Eisen, und wenig mehr erkennbar bei weissem Roheisen ohne Graphitausscheidung. Unter den grauen zur Giesserei geeigneten Sorten giebt es wiederum viele, die stark treiben, wogegen andere dieses nur wenig thun.

Bei dem grauen Roheisen tritt das Treiben innerhalb der Gussformen in zweierlei Weise auf:

entweder nur bei zu heiss ausgeführtem Guss —
oder beim Erstarren, ohne Beziehung zur Gusstemperatur.

Im ersten Fall befindet sich z. B. das neuerdings nach Deutschland importirte Roheisen von Monkland (Schottland), welches die eigenthümliche Erscheinung zeigte, dass ein Hervorwachsen der Eingüsse eintrat, sobald das Eisen bei der für das sonstige schottische Eisen angemessenen Temperatur vergossen wurde. Ein Versuch, dasselbe kälter zu giessen, glückte insofern, als dann die expandirende Reaktion sich noch innerhalb des Gussgefässes vollzog und das Metall bereits mit vergrössertem Volumen in die Form gelangt. Das Spiel war kürzer und gröber als bei dem Roheisen von Langloan und Gartsherrie; der überhaupt geringe Flüssigkeitsgrad schien so rasch abzunehmen, dass der Giessmeister das Ende des Spiels nicht erwarten mochte, um zu giessen, sondern sich dazu früher entschliessen musste.

Die Charakteristik dieses Roheisens erfordert noch anzuführen, dass es eine grelle bläuliche Farbe, lebhaften Glanz, trotz bedeutender Graphitaus-

scheidung und grösserer Sprödigkeit, besitzt als die gewöhnlichen schottischen Sorten. Es bricht beim Schlage mit scharfem Klang und vereinigt somit eine Menge Eigenschaften in buntestem, der gewöhnlichen Erfahrung widersprechenden Vereine.

Ohne beim Erkalten abzuschrecken, weisse Ränder oder Säume zu zeigen — giebt es bei nur geringster Ungleichmässigkeit der Eisenvertheilung — z. B. bei Bodenbelagplatten mit Rippen oder Furchen — Veranlassung zu Krummwerden, während das gewöhnliche schottische Eisen diese Eigenschaften nicht besitzt.

Eine übermässige Graphitausscheidung in einer an sich dünnflüssigeren metallischen Grundmasse kann lediglich an dem eigenthümlichen Verhalten dieses Eisens Schuld tragen.

Das Roheisen von Mathildenhütte, an das man durch den frischen Bruch von Monkland sofort erinnert wird, hat in Berliner Giessereien, allerdings nur vorübergehend, ähnliche Eigenschaften gezeigt.

Mit Sorgfalt gegossene Kochherdplatten begannen, sobald die damit bedeckten Herde in Thätigkeit kamen, sich so auszubauchen, dass von einer Brauchbarkeit keine Rede sein konnte.

Hier wurde die Volumvergrösserung durch die Belastung, wie auch durch die rasche Erstarrung des Gusses in der Form verhindert, trat aber beim Erwärmen des Gussstücks nach und nach auf. Das Treiben beim Erstarren zeigen überhaupt alle Roheisensorten, weshalb hierfür keine besonderen Beispiele angeführt werden.

§. 122. Als wahrscheinlichsten Grund des Treibens muss man die Ausscheidungen des Roheisens ansehen, dabei wird allerdings in der Hitze ein anderer Verbindungs- oder Mischzustand der haupsächlichsten Bestandtheile vorausgesetzt, als in der Kälte.

Andere eigenthümliche Erscheinungen scheinen ebenfalls auf eine ähnliche Auslegung hinzudeuten, und es ist anzunehmen, dass die im festen Zustand deutlich unterscheidbaren Gemengtheile des

Roheisens bei dem Uebergang in den flüssigen Aggregatzustand zum Theil Lösungen des einen Gemengtheils in dem andern bilden oder Verbindungen eingehen, welche bei niederer Temperatur wieder zerfallen. Die wechselnden Umstände, unter denen eine starke oder schwache Graphitausscheidung stattfindet, lassen zunächst auf solche Vorgänge im Roheisen schliessen.

Tunner in dem mehrfach citirten Aufsatz (a. a. O. S.55) constatirt im allgemeinen das Ausscheiden einzelner Bestandtheile in verschiedener Menge und das Zurücklassen einer Verbindung von veränderlicher Zusammensetzung — je nachdem das eingeschmolzelne Roheisen langsam oder schneller erkaltet.

In Betreff der Graphitausscheidung macht er noch folgende Angabe: Das Vordernberger Roheisen enthält ausser 3—4 Prc. Kohlenstoff nicht ein Zehntel anderer Bestandtheile als z. B. Silicium — es ist daher wesentlich Kohleneisen.

Geschmolzen und erkalten gelassen giebt es graues Roheisen, dessen färbenden Bestandtheil der ausgeschiedene Graphit bildet. Daher ist nach Tunner anzunehmen, dass graues Roheisen aus weissem durch Graphitausscheidung entstehe und ebenso wie dieses als wesentliche Bestandtheile nur Eisen und Kohlenstoff enthalten könne.*)

Es ist bekannt, dass sich der Graphit um so eher ausscheidet und in um so grösserem Maasse, als die Abkühlung oder Erstarrung verzögert wird. Man hat ferner die Erfahrung gemacht, dass durch hinreichend rasche Abkühlung die Erscheinung der Graphitausscheidung vollständig verhindert oder aufgehoben werden kann. Endlich ist constatirt worden, dass gewisse Sorten weissen Roheisens, welche im gewöhnlichen Zustand keinen Graphit deutlich nachweisbar enthalten, bei dem Umschmelzen und Erstarren starke

*) Dass diese Behauptung sich nur auf die reinsten grauen Roheisensorten beziehen kann, braucht kaum erwähnt zu werden.

Ausscheidungen desselben bilden, die sich allerdings in der Art ihres Auftretens von dem gewöhnlichen Roheisengraphit unterscheiden. Der letztere ist meistens durch die ganze Masse vertheilt, während ersterer an den Oberflächen des Gusses und an den Eingüssen sich abscheidet.

Von Interesse für die Kenntniss dieser beiden Graphitarten, welche beide auch zugleich in demselben Roheisen vorkommen können, ist eine Arbeit von Ledebur in Ilsenburg.*) Dieselbe geht allerdings in ihrer Auffassung des verschiedenen Auftretens bei dem Graphit offenbar zu weit, indem sie eine tiefer liegende Verschiedenheit anzunehmen scheint, ohne sie bestimmt auszusprechen.

Unter Beziehung auf frühere Studien über die Textur des Eisens ist der Verfasser dieses Buches im Stande, einen schärferen Ausdruck für den Unterschied in der Graphitausscheidung zu finden, als ihn Ledebur giebt. Der letztere sagt: „Der im Roheisen gleichmässig vertheilte Graphit scheide sich erst beim Erstarren selbst aus, während der ungleichmässig vertheilte, unter anderm den sogenannten Garschaum bildende Graphit sich bereits während des Flüssigkeitszustandes des Roheisens erkennbar absondere."**)

Aus den a. a. O. mitgetheilten Bildungsumständen (Dissertationsschrift S. 43, Preuss. Zeitschr. XVI, S. 362) für graues Eisen mit und ohne Garschaumbildung lässt sich ein allgemeines Gesetz für die Bildungsweise des Graphits ableiten, nicht ohne Bezugnahme allerdings, auf chemische Vorgänge.

Ledebur sagt, dass strengflüssige Beschickungen in engen und hohen Oefen mit hohem Obergestell (und bei stark erhitzter Gebläseluft) ein Giessereiroheisen mit geringerem Kohle-, aber bedeutendem, dabei vollkommen

*) Vgl. Berg- und hüttenmännische Zeitung 1868. S. 350 u. ff.

**) Die Stelle ist nicht wörtlich citirt; der Sinn längerer Ausführungen ist lediglich etwas zusammengezogen.

vertheiltem Graphitgehalt erzeugten, während leichtflüssige Beschickungen in weiten und niedrigen Gestellen (bei einer ebenfalls sehr hohen Temperatur im unteren Raume) ein Giessereiroheisen geben, in welchem der Kohlegehalt gewachsen, der Graphitgehalt dagegen kleiner geworden und sehr geneigt ist, als Garschaum aufzutreten. Besonders ist dieses der Fall, wenn die Schlacke basisch wird und der Gang des Hochofens trocken genannt werden muss.

Bemerkenswerth ist es, dass Roheisen, zur Garschaumbildung geneigt, weniger Silicium enthält, als das andere mit regelmässig vertheiltem Graphitgehalt, wie Ledebur nach Hinweis auf analytische Versuche ausdrücklich hervorhebt.

Schmilzt man das schaumige Roheisen bei nicht zu hoher Temperatur um, so ist es der allgemeinen Erfahrung zufolge leicht geneigt, weiss zu werden.

§. 123. Alle die mitgetheilten Thatsachen gestatten es, die nachstehende Hypothese hinreichend zu begründen:

Das Roheisen hat die Eigenschaft, einen Theil seines Kohlenstoffgehaltes als Graphit auszuscheiden; doch tritt diese Ausscheidung in verschiedener Weise auf.

a) Roheisen von weisser Farbe, blättrigem Bruch und einem Maximum (4 bis 6 Prc.) von gebundenem Kohlenstoff scheidet den Graphit nur in sehr hohen Temperaturen durch eine eigenthümliche Dissociation*) aus und erstarrt nach dieser Zerlegung meistentheils als weisses Roheisen.

Jedes Umschmelzen dieses Roheisens verbrennt den oberflächlich ausgeschiedenen Graphit, der oftmals ohne Zusammenhang mit dem Eisen selbst an den Wänden der Schmelzräume und in den Höhlen der

*) Dissociationen, d. h. Zersetzung ohne Einfluss mächtiger, chemischer Verwandtschaft, sind durch die Arbeiten von Cailletet, St.-Claire Deville und Troost für ganz festconstituirte Körper, selbst für Gase nachgewiesen worden.

Nebenprodukte des Prozesses bemerkbar wird, zum grössten Theil; dabei wird das umgeschmolzene Roheisen vollkommen weiss und splittrig.

b) Roheisen von grauer Farbe und grobkörnigem Bruch und einem Minimum von gebundener Kohle (1 bis 3 Prc.), dagegen mit einem Maximum an gebundenem Silicium (1 bis 2 Prc.), scheidet den Graphit erst beim Erstarren oder kurz vor dem Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand aus.

Das wiederholte Schmelzen zerstört nur einen geringen Theil dieses Graphits, denn derselbe wird von dem schmelzenden Eisen um so leichter aufgelöst, je höher die Temperatur steigt und je weniger das Silicium vorherrscht. Deshalb erscheint es bei sehr siliciumreichem grauen Roheisen erforderlich, höhere Temperaturen anzuwenden, wenn man durch das Umschmelzen desselben weiche Güsse, d. h. von hinreichendem Graphitgehalte herstellen will.

c) Roheisen von halbirter Beschaffenheit mit einem Minimum von gebundener Kohle dagegen ohne wirksamen Siliciumgehalt scheiden den Graphit nur bei langsamem Erstarren im Augenbick des Festwerdens aus, wobei aber einzelne Gruppen von Blättern, welche mit der Anordnung krystallisirter Eisenausscheidungen in Verbindung zu stehen scheinen, unterschieden werden können.

Wird ein solches Roheisen stärker im Hohofen gekohlt und langsam abgekühlt, so bildet sich der Graphit in grösseren Blättern aus, durchsetzt aber das Gefüge nicht regelmässig, sondern bildet, wie Ledebur es bereits als eine Eigenthümlichkeit des Garschaums erkannte, ungleiche Anhäufungen von Graphitblättern an einigen Stellen der Bruchfläche.*) Auch lassen sich oberflächliche Ausscheidungen von Graphitflimmern

*) Man kann diese Unregelmässigkeit im Ausbilden der Graphitblätter nicht mit der vergleichen, welche sich auf den Bruchflächen der durch Zufälle ungewöhnlich langsam, z. B. in Schlackenhüllen erkalteten Eisenklumpen ausbildet.

genau erkenneu, welche dem Verhalten des Garschaumgraphits ebenfalls entsprechen würden.

d) Beide Graphitausscheidungen oder, besser gesagt, beide Veranlassungen zur Ausscheidung des Graphits finden sich meist in einem und demselben Eisen vereinigt.

Man findet stets oberflächliche Graphitausscheidung und Schaumnester auf Roheisen mit innerem Graphitvorkommen, selbst wenn das letztere nur theilweise die Bruchfläche erfüllt. Eine scharfe Trennung beider Graphitarten lässt sich hier ebenso wenig, wie in anderen Beziehungen unter den Roheisensorten durchführen und es ist, will man nicht von vorn herein die Erkenntniss erschweren, nicht sowohl von zwei Arten des Graphits, als von zwei häufig gleichzeitig wirksamen Veranlassungen zu seiner Bildung zu reden. In diesem Sinne corrigirt, bildet die Ledebur'sche Arbeit einen schätzenswerthen Beitrag zur Physiognomik des Roheisens.

§. 124. Wendet man die besprochenen Beobachtungsresultate nunmehr auf die Theorie des Treibens an, so kann man ohne Weiteres annehmen, dass diese Erscheinung des Expandirens ihren Grund in der mit einer Volumvermehrung verbundenen Ausscheidung des graphitischen Kohlenstoffs habe und um so stärker hervortreten müsse, je näher dem Erstarrungspunkte die Graphitbildung stattfinde.*) Diese Annahme wird auch noch durch die ähnliche Eigenschaft mancher Metalllegirungen bestätigt, welche durch sichtlich nachweisbare Ausscheidungen einzelner Componenten oder bestimmter Legirungen an Volumen beim Erstarren zunehmen und dadurch innerhalb gewisser Grenzen für den Giessereibetrieb von bestimmtem Werthe sind, während die reinen Metalle nur poröse und oberflächlich schlecht aussehende Güsse geben.**)

*) Vgl. I. Bd. S. 125.

**) Vgl. die Eigenschaft des Kupfers, im regulinischen Zustand nur schlechte Güsse, im legirten Zustand (schon bei Zu-

Dass selbst bei solchem Eisen, iu welchem der Graphit in Folge eigenthümlicher Erstarrungsverhältnisse, wenigstens oberflächlich, mehr zurücktritt, ein Treiben einzutreten vermag, beweisen die Erfahrungen der Techniker, die sich mit der Anfertigung des Hartgusses beschäftigen, d. h. des Gusses in starren eisernen Formen von grosser Wärmeleitungsfähigkeit.

Das starke Treiben des Gusseisens in grösseren Massen, verbunden mit der kolossalen Einwirkung der Hitze eines solchen Gusses macht für Gegenstände von gewissen Dimensionen die Anwendung stabiler Formen nothwendig; man kann in dem Fall nicht mehr vom Sand Gebrauch machen, sondern man muss zu Lehm- und Masseformen greifen und diese gehörig verankern. Dass aber selbst eiserne Formen auseinander getrieben werden können, hat eine Erfahrung gezeigt, welche Schott in Ilsenburg gemacht und worüber er einen kurzen Bericht veröffentlicht hat.*)

Bei der Anfertigung von Schalengussrädern (mit 2 Kränzen) bediente man sich in Ilsenburg getheilter Coquillen, aus zwei Cylinderhälften bestehend und mit Bändern und Keilen zusammengehalten. Bei dem Giessen zeigte sich die auffallende Erscheinung, dass die Fugen der Coquillen, sonst fest auf einander gezogen, aus einander traten und das einfliessende Eisen sehen liessen. Man machte hierbei die Bemerkung, dass dieses Klaffen der Fugen stattfand, ehe noch eine Wirkung der Giesshitze auf die vorgewärmten Schalen constatirt werden konnte.

An dieser Relation ist nur das Eine zweifelhaft, vielleicht auf Missverständniss der sehr knappen Darstellung begründet: das Einfliessensehen des Eisens.**)

sätzen von 1 bis 1½ Proc.) dagegen die Formen gut zu füllen und einen dichten, compakten Guss zu liefern. (Karmarsch, Mechanische Technologie, Bd. I. S. 37 u. ff.

*) Vgl. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure VIII. 209 u. ff. Ein gedrängtes Referat darüber hat der Verfasser in Bd. I. S. 130 gegeben.

**) Da der Mittheilung Schott's zufolge das Gusseisen auch innerhalb der Eingüsse und Läufe stieg, so hat man es

Der Verfasser glaubt, seinen Erfahrungen zufolge, dass eine so mächtig wirkende Expansivkraft, die im Stande ist, eiserne Bänder vorübergehend zu dehnen, nur von einer gewissen Metallmasse getragen sein kann. Die Transparenz des glühenden Eisens mag Veranlassung gewesen sein, dass man durch die rasch im Verlauf weniger Sekunden gebildete Hartschale hindurch Wallungen erkennen konnte, welche, weil gleichzeitig ein Nachgiessen durch Saugetrichter stattfand, für Fliessen des Eisens gehalten worden sind.

§. 125. Es ist hier von Interesse, auf andere Erfahrungen des Eisengusses zurückzugehen. Wendet man, beispielsweise bei dem Hartwalzenguss, cylindrische Coquillen an, ohne andere Theilung als nach einer senkrecht auf die Walzenachse gerichteten Ebene, so bemerkt man sehr häufig ein Zerspringen der Coquillen, wenn dieselben entweder nicht stark genug im Eisen, oder nicht gleichmässig angewärmt sind, abgesehen von gröberen Fehlern, als: Excentricität der inneren Oeffnung im Verhältniss zur äusseren Oberfläche und dadurch bewirkte Ungleichheit der Metallstärke.

Ausser den angeführten Mängeln trägt auch das Giessverfahren selbst sehr häufig Schuld an dem Zerstören der Coquillen.

Ohne dem Kapitel des Hartgusses vorzugreifen, muss hier vor allem auf die Innehaltung der richtigen Temperatur aufmerksam gemacht werden; wer diesen Punkt vernachlässigt, spielt stets mit dem Zufall und hat nicht die geringste auch nur annähernde Garantie des Gelingens.

Hierin liegt ein Theil des Geheimnisses, welches die mit dem Hartguss sich beschäftigenden Etablissements

hier jedenfalls mit einer Ausnahme zu thun; dennoch aber kann man die geschilderte Erscheinung nicht ganz so interpretiren, wie es dort geschehen ist. Die Schalenbildung findet andrerseits so plötzlich statt und wächst zu solcher Stärke, dass auch bald, ehe noch das Klaffen der Formtheile recht eingetreten gewesen sein konnte, die supponirte Transparenz des Metalls aufhören musste.

umgiebt; ein relativ fester Punkt zur Erkennung der Temperatur ist in dem äussern Verhalten des Roheisens selbst gegeben — in dem Verlauf des Spiels.

Giesst man das verschiedenste Hartgussmaterial stets in dem Augenblick aus, wo das Spiel eine gewisse später zu besprechende Eigenthümlichkeit zeigt, so wird man in jedem Einzelfall des Gelingens sicher sein und die Produkte entsprechen dann den Materialien am vollkommensten.

Sobald die Coquille springt, zeigt auch die Walze in der Regel Längsrisse oder Hartborsten, deren Beschaffenheit sich nach dem Zeitpunkte richtet, zu welchem das Bersten der Coquille und unmittelbar darauf das der Hartschale stattgefunden hat. Trat das Ereigniss kurz nach dem Eingiessen des Eisens ein, so füllt sich der Riss in der harten Walzenschale mit eingedrungenem flüssigen Eisen aus dem Innenkern der Walze; später ist dieses nicht mehr möglich und die Walzenrisse klaffen weit auseinander.

Das Aufreissen der Hartschale, nachdem der Widerstand der Coquille durch deren Springen aufgehoben worden ist, kann nur der expandirenden Gewalt des im Innern der Walze in grösserer Masse langsam erstarrenden grauen Gusseisens zugeschrieben werden. Nicht ohne Einfluss ist hierbei auch die Verschiedenheit des Schwindens zwischen dem Gusseisen im Kern und dem in der Schale; der eigentliche Faktor aber, der bei der Erklärung so vieler oft räthselhafter Hartfehlgüsse die Hauptrolle spielen muss, ist die in verhältnissmässig starren Grenzen wirksame Expansionskraft des allmälig erstarrenden Kerns solcher Gussstücke, in welchem sich die Graphitausscheidung derselben concentrirt und deshalb vielleicht kräftiger auftritt. Bei einem richtig geleiteten Hartguss scheidet sich nur wenig von dem splittrigen Gemengtheil des halbirten Materials an der Schale rein aus; bei starkem Auftreten desselben sind die Walzen stets zu hart und schwer angreifbar, weswegen man annehmen darf, dass

der sonst über den ganzen Walzenquerschnitt vertheilte Graphit beim Hartguss sich im grauen Kern concentriren und stärker expandirend wirken muss.

Wie weitgreifend der Einfluss des Abschreckens auf die Natur des Roheisens wirkt, zeigen Mayrhofers Bemerkungen. (Jahrbuch der östr. Montanlehr-Anst. X, S. 327 ff.)

Nach seinen Ermittelungen enthält in Schalen erstarrtes Eisen an der Berührungsfläche mehr chemisch gebundene Kohle und weniger Silicium als in einiger Entfernung davon. Ausserdem enthält jede solche Eisenganz an der Unterseite und der Mitte keine Spur fremder Stoffe z. B.: Mangan, dagegen in der oberen Schwarte davon ein Maximum (bis 10 Prc.). In nassem Sand erstarrt, vermindert sich das Eisen weniger in der Gruppirung seiner Elemente.

§. 126. Die bisher besprochene Volumvermehrung des erkaltenden Roheisens wird ganz besonders durch ein neuerdings vielfach besprochenes Phänomen illustrirt, das zwar längst bekannt, aber ohne weitere Debatte anderen Einflüssen stets zugeschrieben worden war.

Das Schwimmen kalten, besser ausgedrückt, festen Roheisens auf flüssigem, ist eine schon von Karsten angedeutete Erscheinung der Praxis, welcher man bis vor Kurzem wenig Wichtigkeit beilegte, obwohl jeder Former sie wiederholentlich zu beobachten täglich Gelegenheit fand. Beim Abstechen sehr überhitzten Eisens, welches zur Poterie gut zu gebrauchen ist, aber ausnahmsweise zu Maschinen- oder anderen Stücken verwendet werden soll (bei denen es weniger auf rasches Füllen der Form, als auf Weichheit und Gleichmässigkeit des Korns ankommt), beschleunigt man die ersehnte Abkühlung bis zu einem gewissen Grade durch Auflösen glühender Eingüsse oder anderer Abfälle. Diese festen Stücke, in das volle Metallbad gebracht, schwimmen, sich selbst überlassen, stets oben auf, ohne deshalb aus der Metalloberfläche hervorzusehen, und man taucht sie von Zeit

zu Zeit mit einem Eisenstabe unter, um ihre Lösung zu beschleunigen. Die Form der Stücke ist dabei ganz gleichgiltig, vorausgesetzt allerdings, dass sie nicht so gross sind, um die Innenflächen des Gefässes zu berühren, in welchem sie schwimmen sollen. In solchem Falle adhäriren sie leicht an der Wand oder setzen sich an dem Boden fest, wo sich reines Eisen anzulegen scheint, und schweissen damit zusammen. Die Gussschalen der Giessgefässe sind unregelmässige Ansätze, welche, währenddem das Gefäss mit flüssigem Material gefüllt ist, in dem halbweichen Zustande sich befinden, der dem Zustand des schweissenden Stahls und Stabeisens, wenn auch in verjüngtem Maassstabe, entspricht.

Das Faktum, wie es eben geschildert ist, war jedem Techniker bekannt, doch hatte keiner darüber eine bestimmte Ansicht oder Erklärung verlauten lassen. Nur ganz vereinzelte Notizen über ähnliche Vorgänge bei anderen Metallen kommen vor, welche indess darum kein Licht auf das analoge Verhalten des Roheisens werfen können, weil dieses letztere kein einfaches Metall ist und auch nicht mit einem solchen verglichen werden kann.

Im I. Bd. S. 122 hat der Verfasser alle Aeusserungen, welche in Bezug auf diese Vorgänge gethan worden sind, ihrer Reihenfolge nach und in gegenseitiger Beziehung zusammengestellt und erlaubt sich, im Wesentlichen darauf zu verweisen. Hiernach scheint Karmarsch der erste gewesen zu sein, welcher (in seiner mechanischen Technologie) die Thatsache, dass graues Roheisen, in weisses durch rasche Abkühlung übergehend, sein Gewicht vermehrt und den Kohlenstoff bindet, besonders hervorgehoben hat und Professor Wiebe in seinem Buche von den Maschinenbaumaterialien und ihrer Bearbeitung (Bd. I. §. 14, S. 72) hat seinerseits zuerst den Satz ausgesprochen:

> Geschmolzenes Eisen ist dichter, als Gusseisen in festem Zustande, da letzteres auf ersterem schwimmt.

Greift man in der technischen Literatur noch weiter zurück, so stösst man auf eine Bemerkung von Karsten, welche zeigt, dass auch diese Frage den rastlosen Geist jenes Mannes beschäftigte.

Die Dichtigkeit des Roheisens bei und über der Schmelzhitze ist bereits den damaligen Erfahrungen entsprechend für grösser als im kalten Zustand gehalten worden, obwohl gleichzeitig ausdrücklich hervorgehoben wird, dass angestellte chemische Untersuchungen keine bemerkenswerthe Verschiedenheit in der Zusammensetzung solcher und gewöhnlicher Sorten Roheisen erwiesen hätten.

Dabei deutet aber Karsten an, dass künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben müsse, zu ermitteln, ob dennoch nicht alles graue Roheisen in der Schmelztemperatur ein grösseres spezifisches Gewicht besitzt, als in den der Schmelzhitze unmittelbar vorhergehenden Temperaturen.

Die ersten Aeusserungen, welche direkt von einem Schwimmen des Roheisens sprechen und diese Erscheinung als etwas für sich bestehendes herausgriffen, sind die von Gruson in öffentlichen Versammlungen mitgetheilten, welche zum ersten Male die als wirklich vorhandene Thatsache constatirte Erscheinung gewissermaassen zur Diskussion brachten.

Wie sich die Ansichten über eine Erklärungsursache bildeten, bekämpft wurden und wieder neu erstanden, kann aus jener schon angeführten Uebersicht des Verfassers deutlich herausgefunden werden; hier führt es zu weit, und nur das Endresultat mag Platz finden, dass nämlich keine Einigung in der Beantwortung dieser Frage zu erzielen gewesen sei und man beschloss, Aeusserungen erfahrener Giesser und Eisenhüttentechniker zu vernehmen.

Neben einer Reihe von Versuchen, die von Centner in Meissen in einer allerdings falschen Voraussetzung und darum auch falschen Richtung angestellt wurden, hat Schott in Ilsenburg in Verbindung mit der bereits angeführten Mittheilung über die Expansion eines Schalengussrades und in einzelnen Notizen die

Erklärungssätze begründet, welche sich im I. Band wiedergegeben finden.

§. 127. Der Verfasser dieser Mittheilungen versuchte selbst, eine auf eigene Anschauung gegründete Kenntniss des Phänomens nach allen Seiten hin zu gewinnen, und stellte deshalb auf der Berliner Königlichen Eisengiesserei eine Reihe von Versuchen an, welche in nachstehender Weise angeordnet waren. Die Form, in welcher das feste Eisen zu den Versuchen gebraucht wurde, war verschieden; es erschien zweckmässig, ausser der Würfel- oder Parallelepipedform auch Scheiben und Quadratstäbe anzuwenden, um vor allen Dingen zu entscheiden, ob die Form des schwimmenden Gegenstandes einen bemerklichen Einfluss auf das Resultat des Versuches ausübe und die Voraussetzungen Einiger zutreffen, welche angenommen hatten, dass nur die Kraft der Wallungen im Roheisen das Schwimmen fester Körper in demselben veranlassen könne. Demnächst wurden also drei Reihen Formen hergestellt, welche in jeder derselben auch bestimmte Abstufungen des Gewichtes zeigten, um auch hierbei zu constatiren, wie weit das Tragevermögen einer und derselben Masse Eisen gehen könne.

Es waren *a*) parallelepipedische Klötze aus Gusseisen hergestellt worden, welche in abnehmender Reihenfolge und als 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. bezeichnet, bez. 9,5. 8,2. 5,7. 4,5. 3. 2. 1,3. 1. 0,5 Pfd. wogen. Dann waren *b*) 6 Scheiben von 6. 5. 4. 3. 2. 1 Zoll Durchmesser bei bez. 7,30. 5,82. 3,72. 2,10. 0,93. 0,24 Pfd. Gewicht vorbereitet und endlich *c*) 6 Quadratstäbe von bez. 6. 5. 4. 3. 2. 1 Zoll Länge und 1,7. 1,3. 1,2. 0,9. 0,6. 0,3 Pfd. Gewicht angefertigt worden.

Es ist vorweg zu bemerken, dass nur die unter *a*) verzeichneten Klötze sämmtlich versucht worden sind, dass dagegen nur zwei der unter *b*) angeführten Scheiben angewandt, von den Quadratstäben endlich gar kein Gebrauch gemacht wurde. Sie erschienen nach dem Ergebniss der ersten Versuchsreihe von vorn herein zu leicht, um durch ihr Verhalten besondere Aufschlüsse zu geben.

Die Versuche fanden in gewöhnlichen Gabelpfannen statt, welche 9 Zoll weit und 9 Zoll tief waren; der Inhalt derselben berechnete sich auf circa $^{5}/_{4}$ Ctr. flüssiges Eisen.

Zuerst wurde mit dem Eintauchen der unter *a)* erwähnten parallelepipedischen Stücke vorgegangen, welche der Reihe nach folgende Resultate gaben:

No. 1, von 9,5 Pfd. Schwere, sank rasch unter und blieb am Boden der Pfanne sitzen. Nachdem man den Würfel durch eine Brechstange ziemlich mühsam abgelöst hatte, schwamm er und kam, niedergetaucht, immer wieder zum Vorschein, indem er mit der einen Fläche in dem Gusseisenniveau erschien.

Als man ihn vollends herauszog, zeigten sich die Ecken vollkommen gleich abgeschmolzen und es waren dieselben zu dreiseitigen Flächen abgestumpft.

Die Körper No. 2 bis 4 einschliesslich, von 8,2, 5,7 und 4,5 Pfd. Schwere, ergaben im Wesentlichen dasselbe Resultat, nur dass sie mit verminderter Schnelligkeit untersanken und weniger fest sich anlegten. Sie mussten aber sämmtlich durch eine Brechstange von dem schweissenden Boden gelöst, und zum Schwimmen gebracht werden.

Der Würfel No. 5, circa 3 Pfd. schwer, schwamm nach dem Eintauchen sofort, ohne am Boden zu haften, und kam mit bedeutend grösserer Geschwindigkeit wieder herauf, sobald man ihn hinunterstiess. Dieses Verhalten steigerte sich nun bei den vier übrigen Würfeln, welche gleich an der Oberfläche blieben.

Der dreipfündige Würfel bezeichnet also den Grenzwerth für das 9 Zoll tiefe Tauchen der parallelepipedischen Schwimmer in einer Gusseisenmasse von 125 Pfd., während die schwereren Probestücke ebenso gut schwammen, wenn sie vom Boden abgelöst und wieder in die Höhe gebracht waren.

Durch das Erwärmen allmälig ausgedehnt, steigerte sich die anfängliche Gewichtsdifferenz jedenfalls und erscheint es erklärlich, dass, einmal erhitzt, die Guss-

eisenwürfel mit grösserer Leichtigkeit zu schwimmen vermochten.

§. 128. Das bisher angewandte flüssige Roheisen war graues Giessereimaterial (Langloan Roheisen) mit hinreichend deutlicher Graphitausscheidung. Bei einer nächsten Reihe von Versuchen wurde weisses Roheisen von derselben Beschaffenheit angewendet, wie es zum Guss von Telegraphensignalglocken gebraucht wird. Auf diesem Material schwammen alle Klötze, auch die schwersten der ganzen Reihe: ein Niedertauchen und Festlegen derselben wurde niemals bemerkt.

Aus diesem Verhalten des weissen Roheisens geht hervor, dass dasselbe auch im geschmolzenen Zustande schwerer ist, als geschmolzenes graues Roheisen, und den etwa sich abscheidenden Graphit später entlässt, als das geschmolzene graue Roheisen, das ihn in hohen Temperaturen auch in Lösung behalten hatte.

Nachdem diese Versuche mit den parallelepipedischen Stücken vorüber waren, begannen die mit den Scheiben, welche eigenthümliche Resultate ergaben.

Die erste Scheibe, von 6 Zoll Durchmesser und 7,30 Pfd. Schwere, in einer zur Eisenoberfläche senkrechten Richtung in das Roheisenbad gebracht, sank rasch unter und legte sich am Boden fest, wo sie vermöge ihrer Form so fest sitzen blieb, dass es unmöglich schien, sie abzulösen. Ein anderer Versuch mit einer ebensolchen Scheibe, von derselben Grösse, welche flach auf das Bad gelegt wurde, zeigte das Schwimmen derselben deutlich.

Die zweite Scheibe, von 5 Zoll Durchmesser und 5,82 Pfd. Schwere, ebenso eingetaucht, wie die erste der 6 Zoll grossen Scheiben, sank bis zum fast völligen Verschwinden, schlug dann um und legte sich flach auf die Seite, so dass ihre Oberfläche aus der des Roheisenbades fast unmerklich vorsah.

Die nächsten Scheiben wurden nicht durchprobirt, da sich ja bereits bei der zweiten eine vollständig ungehinderte Schwimmfähigkeit klar und deutlich gezeigt hatte.

Bei den nun folgenden Versuchen mit den unter *c)* genannten Stäben wurde die Erfahrung gemacht, dass dieselben sich vollständig umlegten und ohne jede Schwierigkeit schwammen, selbst wenn man sie zuerst senkrecht (ihrer Längsrichtung nach) eingetaucht und losgelassen hatte.

Damit wurden die Versuche überhaupt geschlossen und es ist nur noch von Interesse, nach der Anführung einiger nebenher gemachter Erfahrungen praktischer Natur, eine kurze Diskussion der Hauptergebnisse folgen zu lassen.*)

Der mit No. 1 bezeichnete 9,5 Pfd. schwere Würfel der ersten Versuchsreihe wurde einmal in ein Roheisenbad gethan, welches in einer zwar ausgewärmten, aber noch nicht weiter gebrauchten Pfanne stand. Er sank auf den Boden, wie seine Vorgänger, und musste bis nach dem Abguss der zwei 50pfündigen Bomben, welche zum Guss bereit standen, in der Pfanne liegen bleiben. Als man nach dem Entleeren der Pfanne den angeschweissten, allseitig abgeschmolzenen Klotz herausnehmen wollte, klebte derselbe so fest an der Pfannenschale, dass mit dem Würfel auch ein Stück der letzteren und der daran haftenden Lehmverkleidung der Pfanne losgerissen wurde.

Ausserdem machte der Verfasser noch mehrfach die unzweifelhafte Beobachtung, dass das frische Roheisen, wenn es aus dem Cupolofen in eine noch theilweise gefüllte Pfanne gelassen wird, das kältere Eisen hebt, also die tieferen Schichten einnimmt. Diese Wahrnehmung ist auch von Gruson in Magdeburg gemacht worden, demselben, welcher zuerst jene interessanten Beziehungen des festen und flüssigen Eisens zur allgemeinen Kenntniss brachte; und ist es besonders diese Erfahrung, welche gegen die Annahme

*) Da der Natur solcher Versuche nach dieselben nur in den kurzen Pausen zwischen Abstich und Abguss einer Pfanne angestellt werden konnten und es darauf ankam, die Giesser in ihrer Hauptthätigkeit nicht aufzuhalten, so waren Messungen vor der Hand nicht möglich und musste sich der Verfasser mit der gewonnenen unmittelbaren Anschauung begnügen.

von Wallungen im Roheisen streitet, die so stark sein sollten, dass sie kalte oder feste Roheisenstücke in dem heissen Metallbade schwebend erhalten könnten.

§. 129. Betrachtet man vielmehr die eben ausführlich dargelegten Versuchsresultate, so wird man gewahr, dass man es mit einer wirklichen Verschiedenheit im spezifischen Gewicht zu thun habe, einer Verschiedenheit, welche indessen in verkehrter Ordnung eintritt, sobald man die gewöhnlichen Verhältnisse der unorganischen Körper dagegen hält.

Eine Annahme, wie die mancher Forscher, dass man es mit einem dem des Wassers ähnlichen Verhalten zu thun habe, ist nicht zutreffend, indem sich die Aenderung des spezifischen Gewichts erst bei dem Erstarren des Eisens vollzieht und das eben erstarrte Roheisen ein Minimum des Gewichts zeigt, während einerseits das vollkommen feste und kalte, andererseits das vollkommen erhitzte flüssige Roheisen schwerer scheinen und letzteres das grössere Gewicht besitzt.

Die eigenthümlichen Veränderungen des Roheisens durch plötzliches Erstarren, die Sonderungen, welche sich in bestimmten Roheisensorten von ungleichförmigem Gefüge so häufig vollziehen, weisen auf eine Veränderung in der Natur des Roheisens während des Schmelzens und lassen als Ursache derselben die Wandlungen erkennen, welche der Zustand des Kohlenstoffs und anderer Hauptbestandtheile im Roheisen in höherer Temperatur erleidet.

Expandiren und Condensiren des Roheisens durch Erstarren und Schmelzung werden verursacht durch die Ausscheidung des Kohlenstoffs einerseits, durch seine Lösung und Verbindung andererseits.

Das fast reine Spiegeleisen, geschmolzen und überhitzt, dann langsam abgekühlt und zum Erstarren gebracht, scheidet Graphit aus, der sich vorher nicht erkennen liess, und wird gleichzeitig feinkörniger. Das graue grobkörnige Roheisen, geschmolzen und überhitzt, dann rasch abgekühlt und zum Erstarren gebracht, scheidet nur wenig Graphit aus und wird feinkörnig,

oft halbirt und splittrig. In dem einen Falle findet theilweise Lösung der Verbindung von Eisen und Kohle statt, im anderen Falle theilweise Bildung einer solchen Verbindung.

Zu dem Einfluss der Schmelzung tritt bei langsamem Erstarren noch die Krystallisation des jedesmal vorherrschenden Bestandtheils und verdunkelt die Erscheinung etwas.

Dennoch lässt sich aus allen Fällen der Praxis nachweisen, dass

a) alle Roheisensorten, ihr Kohlegehalt mag sein, welcher er wolle, eine vollkommene Lösung desselben beim Schmelzen zeigen und beim Erstarren ein mehr oder weniger starkes Ausscheiden desselben;

b) diese Ausscheidung in Verbindung mit den Folgen der Krystallisation der Hauptgemengtheile des Roheisens eine Expansion bewirkt, welche kurz vor dem Erstarren eintritt und mit dem Erstarren selbst aufhört;

c) dadurch eine Differenz zwischen dem spezifischen Gewicht des festen und flüssigen Gusseisens hervorgerufen wird, welche zum Schwimmen des ersteren führt.

Das Erstarren und die Krystallisation.

§. 130. In engster Verbindung mit den eben behandelten Fragen und Erscheinungen stehen die der Krystallisation des Roheisens, eines Aktes, welcher von zwei Faktoren abhängt:

1) von der anfänglichen Temperatur des geschmolzenen Materials,

2) von der Zeit der Abkühlung vor dem Erstarren.

Es treten dazu noch die bereits früher (Dissertationsschrift, S. 56; Preuss. Zeitschr. XVI. B. S. 99) hervorgehobenen krystallographischen Verschiedenheiten, welche das Studium aller hierher gehörigen Fälle ziemlich compliciren. Nichtsdestoweniger ist gerade die Kenntniss dieser verschiedenen Wandlungen von grösster Wichtigkeit, denn durch den Verlauf der

Krystallisation in einem Metallguss überhaupt, im Roheisen aber insbesondere wird die Bildung der Textur und demnächst auch die Anwendbarkeit zu technischen Zwecken bestimmt und geregelt.

Ohne hier besonders auf die Unterschiede der Form einzugehen, müssen dieselben zur Klassifikation aller hierher gehörenden Erscheinungen benutzt werden; zunächst sei es gestattet, in ausführlicherer Art, als es von dem Verfasser bereits im I. Band, S. 57, geschehen ist, den Einfluss der Temperatur überhaupt auf die Krystallisation und die Texturbildung bei dem Roheisen zu kennzeichnen.

Es sind hierbei vor Allem die beiden oben angeführten Faktoren in Rücksicht zu ziehen und dergestalt zu combiniren, dass vier Hauptfälle entstehen, je nachdem

1) das Roheisen überhitzt gewesen ist oder nicht;
2) die Abkühlung rasch oder langsam stattgefunden hat.

Die Roheisenart selbst veranlasst hierbei noch feinere Unterschiede; dieselben treten aber weniger hervor, wenn man von der Form der Krystallisationen vorläufig ganz absieht.

§. 131. Wird das Roheisen stark überhitzt und demnächst langsam abgekühlt, so entsteht unter allen Umständen eine grobkörnige Textur, welche, wenn man Spiegeleisen so behandelt, zu den grössten Blätterbildungen führen kann, bei der Anwendung grauen Roheisens aber der Graphitausscheidung allen möglichen Vorschub leistet.

Bei der Darstellung des Spiegeleisens im Hochofen pflegt man mit heissem Wind zu blasen, um die Reduktionszone nicht so sehr zu erhitzen und die Hitze mehr im Gestell selbst zusammen zu halten. Dadurch bezweckt man das rasche Schmelzen der reducirten Beschickung und die Steigerung der Krystallisirbarkeit des Roheisens, die sich wiederum in der Bildung vorzüglicher Spiegel kundgiebt. Diese Spiegel sind nichts weiter, als die beim Durchschlagen der Gänze zu Tage tretenden breiten Blätterbrüche und Absonderungsflächen. Sehr bemerklich

treten sie auf, sobald das Roheisen in starken Barren erkaltet und zerschlagen wird.

Hierbei ist noch anzuführen, dass die mit Cokes betriebenen Spiegeleisenhütten stets grössere Spiegelflächen hervorbringen, als die Holzkohlenwerke, dass aber aus anderen Gründen die Produkte der letzteren meistens reinere Bruchflächen zeigen und glattere Spiegel.

Beim Umschmelzen des Spiegeleisens verringert sich die Grösse des Gefüges stets um ein Bestimmtes, so dass eine blättrige Textur nach und nach in eine splittrige übergehen kann, sobald eine Wiederholung einer solchen Manipulation stattfindet. Dabei scheidet sich Graphit, sowohl auf den Gussflächen, als auch im Innern, namentlich den Krystallhöhlen der verschiedenen Stücke aus und bildet auf den Eingüssen (z. B. der bereits erwähnten klangreichen Signalglocken für Bahntelegraphen) förmliche Schaumanhäufungen.

Bei einem durchaus grauen Roheisen von mittlerem Graphitgehalt erzeugt die Ueberhitzung und langsame Abkühlung stets eine starke, oft unregelmässig vertheilte Graphitausscheidung von grobblättrigem Charakter.

Das grobe Korn nimmt mit der Temperaturerhöhung beim Ueberhitzen zu und erreicht bei dem Cokeshochofenprodukt das Maximum der Entwickelung, während alles graue Holzkohleneisen ein feineres Korn und ein gleichförmigeres Gefüge zeigt.

§. 132. Bei besonders verzögerter Erstarrung treten indessen noch andere Erscheinungen auf, die sich dadurch auszeichnen, dass sie, obwohl anormal, doch das Aussehen normaler Verhältnisse annehmen und zu Täuschungen leicht Veranlassung geben können.

Es ist bekannt, dass die Graphitentwicklung ganz besonders hervortreten kann, wenn sich Roheisensorten langsam abkühlen, und eine solche Entwickelung giebt der Oberfläche des an sich feinkörnigsten Roheisens das Ansehen vollkommen groben Korns.

Wenn z. B. durch ein Versehen beim Ausarbeiten und Abstechen Roheisen auf die Schlackentrifte kam und auf der an sich schon erhitzten, mit Cokesstaub bedeckten Triftplatte eine Zeit lang unter einer dicken Schlackendecke weiter floss, so verwandelt sich der Bruch des feinkörnigsten und mattesten Eisens in ein grobkörniges scharfeckiges Gefüge vom lebhaftesten Glanze. Band I. S. 58, 59 berichtet der Verfasser über ein solches Vorkommen auf oberschlesischen Werken; ein ähnlicher Fall ist dem Verfasser von anderer Seite her bekannt geworden und verdient besonders deshalb Erwähnung, weil die Ausbildung der Graphitausscheidung ein wichtiges Moment für die Kenntniss des Roheisengraphits überhaupt hervorrief.

Auf der Eisenhütte zu Meppen in Ostfriesland, wo Rasenerze zur Gusswaarenfabrikation verarbeitet werden, erzeugt man oft ein sehr silicium- und phosphorreiches, im höchsten Grade kaltbrüchiges Roheisen. Im gewöhnlichen Zustande besitzt dieses Roheisen ein feines schuppiges Korn und zeichnet sich durch ein eigenthümliches, über die ganze Bruchfläche hinspielendes Schillern aus, das sich unter besonderen Umständen bis zu einer fast blumigen Textur steigern kann.

Eine geringe Menge dieses Roheisens war in einen Schlackenklotz gerathen und nach dem Zerschlagen des letzteren zum Vorschein gekommen. Das Gefüge desselben zeigte in hohem Grade eine unregelmässige Graphitausscheidung und neben gekrümmten und verzerrten Flächen auch dergleichen gerade und ebene. Die letzteren liessen mit Hilfe einer gewöhnlichen Lupe eine feine Streifung erkennen, welche nach drei verschiedenen Richtungen lief und theils rhombische theils hexagonale, auch trigonale Figuren bildete. Da zwei dieser Richtungen vorzugsweise ausgebildet waren und die dritte weniger, so gewährt dieses interessante Musterstück vielleicht Aufschluss über die Formen des Hochofengraphits.

Kommen solche langsame Abkühlungen bei dünnen Lagen von Roheisen vor, z. B.

7 bis 10 Millim. starken Platten, dann durchsetzen die Graphitblätter die Roheisenmasse von unten bis nach oben, indem sie normal auf der Abkühlungsfläche sich aufstellen. Hierin zeigt die Graphitbildung einige Aehnlichkeit mit der im Spiegeleisen vorherrschenden Blättersubstanz, welche ja ebenfalls vorzugsweise normal auf der Abkühlungsfläche aufkrystallisirt und nach dem Innern des Körpers zu in unregelmässigen Spitzen und Umrissen endigt.

Bei der Darstellung und dem Umschmelzen des krystallinisch-körnigen zähen Roheisens bilden sich ebenfalls durch Ueberhitzung und langsame Erstarrung eigenthümliche Gefügeänderungen aus, doch werden dieselben meistens durch die Ausscheidung von Graphit oder von blättriger weisser Substanz gestört und können sich nur im Kern starker Güsse klar entwickeln. Es entsteht dann oft ein grobhalbirtes Gefüge, weil 10 bis 15 Millim. grosse graphitreiche Flocken von einem feinen weissen Netzwerk umgeben sind.

§. 133. Betrachtet man den zweiten Fall: dass nämlich das eingeschmolzene und überhitzte Roheisen rasch abgekühlt wird, so constatirt man vor Allem die Entstehung eines feineren Gefüges und gleichzeitig das Zurücktreten des Graphits.

Unterwirft man Spiegeleisen und anderes weisses Eisen einem solchen raschen Erstarren, so vermindert sich die Grösse und Deutlichkeit der Blätter und das Gefüge wird entschieden splittrig, mindestens strahlig.

Der Effekt ist beim Cokesroheisen weniger stark hervortretend, als beim Holzkohlenroheisen, denn letzteres besitzt selbst bei voller Ofenhitze niemals die Temperatur, wie jenes.

Farbe und Glanz bleiben dieselben, wenn man sie auf ein Krystallindividuum bezieht; auf das Aussehen der gesammten Bruchfläche zurückgeführt, erscheint die Farbe heller, der Glanz weniger stark.

Hat man graues Roheisen einer solchen Be-

handlung unterworfen, so wird es je nach dem Grad der Abkühlung sich in verschiedener Weise verändern.

Wie sich Spiegeleisen durch Ueberhitzen und langsames Erstarren partiell zerlegen lässt und Graphit ausscheidet, so verwandelt sich graues Roheisen, sehr rasch abgekühlt, in weisses Roheisen von entschieden splittrigem Bruch und dadurch wird die Aufstellung eines allgemein giltigen Erfahrungssatzes für Ueberhitzung und darauf folgendes Abschrecken des Roheisens erschwert. Die event. eintretende chemische Verwandlung, d. h. die Bindung des im flüssigen Roheisen vorübergehend gelösten Roheisengraphites tritt hier zu den allgemeinen Erscheinungen gestörter Krystallisation und verändert deren Physiognomie zu einer vollständig unbekannten.

Am schnellsten vollzieht sich diese Wandlung bei dem an körnigem reinen Eisen und Graphit reichen zähen Roheisen; dasselbe schreckt sehr gern ab und zeigt dann eine splittrige und hellfarbige Textur, die entweder das ganze Stück oder bei grösseren Massen nur die unter der Oberfläche liegenden Schichten auszeichnet.

An dieses Verhalten schliesst sich das des halbirten Eisens an, welches, rasch erstarrend, jede Spur von Graphit verlieren kann.

§. 134. In Betreff des dritten Falles, langsames Einschmelzen des Roheisens bei möglichst niedriger Temperatur, doch bis zum vollständig flüssigen giessbaren Zustande, und langsames Erstarren, lässt sich eine ähnliche Reihenfolge von Zuständen wie beim ersten Falle nachweisen. Dieselben werden aber sämmtlich modificirt durch den Einfluss, welchen bei langsamem Schmelzen die Feuergase und Luftarten des Schmelzraumes auf das Roheisen stets, obwohl in veränderlichem Maasse, ausüben.

Diese Veränderung ist von grosser Wichtigkeit und verdient gerade hier besonders hervorgehoben zu werden, weil man, von einem einheitlichen Roheisenbegriff ausgehend, dieselbe bei allen Sorten als in ihren Folgen gleichbedeutend annahm und in Gefahr

gerathen ist, für eine Art Roheisen Etwas als selbstredend vorauszusetzen, was bei einer durchaus anders constituirten Art der Versuchsweg ergeben hatte

Die allgemeinen Kennzeichen des in Rede stehenden Falles sind indessen:

Verwandlung der Textur aus einer gröberen in eine feinere und

Abnahme des Graphitgehaltes bis zum Verschwinden desselben.

Die Textur verwandelt sich: einerseits deshalb, weil in Folge der niedrigen Giesstemperatur die Krystallisationszeit verkürzt wird und eine Störung der Krystallbildung durch den teigigen Zustand der Masse eintritt, andererseits, weil die (meist oxydirenden) Gase des Schmelzraumes immer auf das Eisen einwirken und ein kohleärmeres Produkt herstellen. Bei gewissen Roheisensorten, z. B. den zum Kanonenguss geeigneten, ist in stark oxydirenden Apparaten eine langsame Schmelzung gar nicht möglich, da sofort ein Frischen eintritt. Vergl. weiter oben das über den Flammofenbetrieb Gesagte, S. 122 dieses Bandes. Der Graphit schwindet, weil er bei dem langsamen Schmelzen Zeit gewinnt, zu verbrennen, ein Vorgang, dessen Eintreten wiederum dem länger dauernden Einflusse der Ofengase zugeschrieben werden muss. Ausserdem aber wirkt auch die verkürzte Krystallisationsperiode auf die Ausbildung der Graphitblätter und dieselben treten mehr zurück.

Wenn gar erblasenes grobkörniges und graphitreiches Roheisen in dieser Weise verarbeitet wird, so erzielt man ein Gefüge, das mit dem eines dichteren und graphitärmeren Eisens Aehnlichkeit besitzt. Es ist feiner, dichter und bei starken Stücken entstehen die gestrickten Bildungen leicht, welche in den Höhlungen des geschwundenen Metalls gefunden werden. Indessen treten diese letzterwähnten Bildungen nicht immer auf und finden sich nur bei vorsichtigem Schmelzen von rein erblasenem Eisen.*)

*) Sie sind das Resultat von einer in Folge des lange an-

Unterwirft man ein bereits dichtes und feinkörniges graues Roheisen diesem Schmelzprozess, so bildet sich im Produkt desselben ein Netzwerk von weissem, in seiner spezifischen Textur, splittrig brechendem und stark flimmerndem Eisen, in welchem der Rest des graphithaltigen, feinkörnigen Metalls eingebettet liegt.

Diese halbirte Textur, die nicht immer deutlich hervortritt, bildet, selbst bei langsamer Abkühlung, einen schmalen weissen Rand, oder eine harte, durch die erste plötzliche Erstarrung hervorgerufene Haut von strahlig-splittrigem Gefüge.

Alle weissen Roheisensorten scheiden beim langsamen Schmelzen Graphit aus und werden immer kohleärmer und gleichzeitig dickflüssiger, resp. schwerer giessbar; schliesslich erhält man ein vollkommen werthloses, nur zum Verfrischen halbwegs taugliches und mit Verlust an Rohmaterial entstehendes Produkt.

§. 135. Der Einfluss einer langsam verzögerten Schmelzung ist bekanntlich oft benutzt worden, um die Qualität des Roheisens zu verbessern, und wendet man noch jetzt das geschilderte Verfahren: Eisen langsam zu schmelzen, ihm nur kurz vor dem Gusse die zur geeigneten Ausfüllung der Form nothwendige Hitze und Flüssigkeit zu geben, dazu an, starke massige Maschinenstücke fehlerfrei und von hinlänglich solider Qualität herzustellen.

Auch die Artillerie hat sich mit Vortheil dieses Verfahrens bedient und ist noch weiter gegangen; sie schmilzt das Roheisen zwar rascher ein, lässt es indess im flüssigen Zustande längere Zeit im Ofen stehen und die Gase des Schmelzraumes darauf einwirken.

Ein dichteres Gefüge und eine grössere absolute Festigkeit sind nach dem Ausweise der amerikanischen

dauernden Schmelzens eintretenden Zerlegung des etwa vorhandenen blättrigen weissen Roheisens und einer Verbrennung des Graphits, dessen Zertheilung die Ausbildung der oktaedrischen Krystallisation nicht mehr hindern kann.

Artillerieoffiziere*) die Hauptresultate der Bestrebungen in dieser Richtung gewesen.

Von Interesse sind nun die auf dasselbe Ziel gerichteten Versuche Fairbairn's, der aus dem Resultate derselben ein allgemeines Gesetz ableiten zu müssen geglaubt hat, welches von R. Mallet, einem Kenner des Artilleriematerials und des Giessereiwesens überhaupt, heftig und in vollkommen gegründeter Weise angegriffen worden ist. Der Streit über diesen und andere nahe liegende Punkte ist für die Technik des Roheisengebrauches von solchem Interesse, dass ein gedrängtes Referat über die beiderseitigen Ansichten hier vollkommen am Platze scheint.

Dr. Fairbairn hatte, wie bereits im I. Bande S. 98 angeführt worden ist, im Auftrage der British Association for the advancement of Science Versuche unternommen, welche darthaten, dass sehr grobkörniges englisches Roheisen durch wiederholtes Umschmelzen in einem Cupolofen an Festigkeit zunehme und dass eine Abnahme an Festigkeit erst nach einer bestimmten Zahl von Schmelzungen und zwar ganz plötzlich eingetreten sei.**) Anstatt nun diese Wandlungen lediglich dem grauen Roheisen zuzuschreiben, vindicirt Fairbairn dieselben als Eigenschaften auch allen übrigen Eisensorten und greift zur Erklärung nach einem chemi-

*) Ein Auszug aus diesen: Reports of Experiments on the Strength and other Properties of Metals for Cannon etc. ist in Dingler's polyt, Journal 1857, Bd. 155, S. 360 mitgetheilt, leider aber nicht recht ausführlich. Genauer mitgetheilt und mit einer erläuternden Kritik versehen, finden sich diese sämmtlichen Resultate in den aphoristischen Aufsätzen, welche R. Mallet seit 1866 in dem Practical Mechanic's Journal veröffentlicht, aber noch nicht abgeschlossen hat.

**) Die Resultate dieser Versuche, welche allerdings eine überraschende Wirkung nicht verfehlen, finden sich u. A. in Wiebe's Maschinenbaumaterialien u. s. w. I. S. 226 und danach in dem I. Bd. dieses Werkes S. 98 besprochen. Dr. Fairbairn giebt indessen die Originaltabellen auch unter Tables XIV und XV in seinem 1865 erschienenen Werke: Iron, its properties & processes of Manufactures.

schen Gesetze, wonach hauptsächlich eine Schlackenbildung das Roheisen reinige und in seiner Qualität verbessere.

Mallet greift im Verfolg seiner, weiter unten auszugsweise mitgetheilten Erläuterungen des Krystallisationsvorganges*) die falschen Anschauungen überhaupt und die irrthümlichen Auffassungen Fairbairn's im Besonderen an und rügt namentlich den erneuten wiederholten Abdruck derselben in dem 1865 erschienenen Werke über das Eisen und seine Eigenschaften.

Nach Mallet's kritischer Darstellung schliesst Fairbairn aus seinen Experimenten, dass durch Umschmelzen desselben Roheisens und durch Giessen in 1 Quadratzoll grosse Stäbe das Korn des Metalls und auch seine Qualität anhaltend und proportional der Zahl der Umschmelzungen sich verbessert. Hierbei sei die grösste Festigkeit nach dem dreizehnten Schmelzen eingetreten, von wo ab eine Verminderung der Qualität meist plötzlich stattgefunden habe.

§. 136. Diese Thatsachen beweisen nach Mallet weiter nichts, als dass diese eine Sorte Eisen, in der erwähnten Weise geschmolzen und gegossen, sich so verhält; unmöglich aber könne man aus dem einen Vorgange ein allgemeines Gesetz ableiten, denn, sobald die Bedingungen sich änderten, sei die Schlussfolgerung keine richtige mehr. Kleinere und grössere Barrenquerschnitte, Veränderung der Roheisenmischung müssten andere Resultate geben und gäben sie in Wirklichkeit auch. Ausserdem sei der Einfluss der Formmasse auf den Gang der Abkühlung bei einem nur 1 Quadratzoll starken Stabe ein überwiegender, während in Massen von 1 Quadratfuss Querschnitt nach 14- oder auch nach 40fachem Umschmelzen und Erstarren das Korn des Eisens nicht wesentlich, wohl aber die Qua-

*) Vergl. die Artikel XVI und XVII im Practical Mechanic's Journal III. Serie, III. Band 1867/68, S. 35 bis 69, wo die Krystallisationsfragen mit Rücksicht auf Schwächeebenen, Hartgussdarstellung u. s. w. ausführlich und auf Grund genauer Kenntniss des Praktischen behandelt sind.

lität des Roheisens sich geändert und materiell schlechter geworden sein mag. Das einzige Gesetz, zu dem die allgemeine Erfahrung in solchem Falle berechtigt, wäre nach Mallet einzig und allein folgendes:

Jedes Schmelzen bewirkt eine Anreicherung des Roheisens mit fremden Substanzen, welche sich ihm in den metallischen Basen der Flussmittel und Zuschläge, sowie in den Grundbestandtheilen der Flugasche, des am Eisen haftenden Sandes u. s. w. unter den günstigsten Verbindungsbedingungen darbieten, so dass man nach jedem Umschmelzen ein schlechteres Produkt anstatt eines besseren erhält. Jede Abkühlung und Erstarrung bewirkt ferner eine Wandlung in den Molekularzuständen des umgeschmolzenen Materials; diese Wandlung sowie der Grad derselben hängen indessen von der absoluten Masse des Gusses einerseits, wie von dem Verhältniss zwischen Masse und Oberfläche andererseits ab und dazu treten noch die Einflüsse der geometrischen Form des Gusses, des Wechsels der Dimensionen in demselben und der Verbindung massiger und schwacher Partien.*)

*) Im Anschlusse an diese seine Betrachtungen führt Mallet in einem späteren Aufsatze weiter an, nachdem er nochmals die Einwirkung der öfteren Schmelzung auf das Roheisen als keine gute bezeichnet hat, dass das Blei sich ebenso verhielte, indem es den Bleiarbeitern bekannt sei, dass man aus weichem Schüsselblei hartes Blei erhielte, wenn es wiederholentlich umgeschmolzen würde. Mechanisch eingeschlossenes oder möglicherweise mit dem Metall auf irgend eine Art verbundenes Oxyd könne davon nur die Ursache sein. So auch das Roheisen.

Jedes Schmelzen mischt dasselbe mit mehr oder weniger fein vertheilten Oxyden und Silikaten, zu welchen noch die Erden der Materialien des Ofens treten, die dann mit dem Brennstoff und den Zuschlägeu zusammentreffend, oft reducirt werden und in ihren Radikalen mit dem Eisen sich legiren.

Der vereinte Einfluss vertheilter Oxyde und fremder Körper geht dahin, den reinen Guss des Metalls zu verhindern, und der Einfluss der vertheilten Oxyde und der legirten Radikale ist häufig der endlichen Cohäsion des Gusses fühlbar ungünstig.

Die Erklärungen Mallet's sind, wie aus den später mitzutheilenden Ansichten desselben hervorgeht, nicht ganz zutreffend, denn die Rolle des Grapits und die Abscheidung desselben fasst er lediglich als physikalische Erscheinung auf, während sie dem be-

Diese Uebel sind aber maskirt oder mögen gelegentlich maskirt sein durch die Zunahme an Härte und die Annäherung an das weisse Eisen, welches mit jeder Abkühlung eintritt.

Doch ist auch hier der Effekt schliesslich keine Besserung des Metalls als Construktionsmaterial, sondern eine Verschlechterung desselben. Wenn es auch eine Thatsache ist, dass die schliessliche Cohäsion des weissen Roheisens grösser ist als die des grauen oder dunkler gefärbten Metalls, so ist doch sein Bruchausdehnungscoëfficient wesentlich geringer; mit anderen Worten, das weisse Gusseisen ist härter, aber nicht so zäh als graues.

Aus diesen Gründen sowohl als auch aus anderen, welche die Leichtigkeit und Vollkommenheit anbetreffen, mit welchen sich das harte weisse Eisen giessen lässt, heisst es den praktischen Eisengiesser irre leiten, wenn man ihm erzählt, je öfter er sein gutes Roheisen schmilzt und giesst, bis 14 Mal zuletzt, um so besser würde es werden.

In Kürze sind die Thatsachen folgende:

1) Jede überflüssige Schmelzung von Gusseisen verdirbt seine Qualität als Construktionsmaterial durch die Zunahme an fremden Bestandtheilen. — Diese vermindern den Werth des Bruchwiderstandes, mag dabei der Coëfficient der endlichen Ausdehnung reducirt oder nicht reducirt werden; d. h. mag das Metall durch Umschmelzen weicher oder spröder werden.

2) Jede überflüssige Abkühlung nach dem Schmelzen vermehrt die Härte, Dichtigkeit und den Bruchwiderstand, aber vermindert beständig den Coëfficienten der endlichen Ausdehnung (elastischer Coëfficient), d. h. das Metall wird nach dem Abkühlen härter, aber spröder.

 Die Grenze dieser Einflüsse ist an dem Punkte zu suchen, wo die Masse des Eisens in den Zustand des weissen Roheisens übergegangen ist, wie es in der Hartschale oder den Feineisengänzen dargestellt wird.

 Die Folgen sind um so rascher beim Schmelzen, je mehr fremde Körper von mächtiger Verwandtschaft vorhanden und in je grösserer Menge diese dem Gusseisen zugesellt sind, oder je gefährlicher die Natur dieser Körper als Bestandtheile des Roheisens auftritt; beim Kühlen sind dagegen die geschilderten Einflüsse um so bedeutender, je grösser die Abkühlung ist.

reits Angeführten zufolge doch wesentlich chemischer Art ist.

§. 137. Betrachtet man nun den letzten der aufgestellten Schmelz- und Erstarrungsfälle, so findet man zwischem demselben und dem zweiten eine gewisse Analogie, welche nur durch die vorhergegangene Wirkung des Schmelzprozesses gestört wird.

Ein langsam geschmolzenes und nicht überhitztes Eisen wird, rasch abgekühlt, eine Verkleinerung des Kornes in grösserem Maasse zeigen, als das nach §. 133 behandelte Roheisen, weil in Folge der geringen und lang andauernden Erhitzung die vorzugsweise grosskrystallinischen Bestandtheile, blättrige Substanz und Graphit bereits etwas zerlegt resp. verbrannt worden sind und schliesslich wegen des raschen Erstarrens zu keiner einigermassen entwickelten Krystallisation gelangen können. Dabei ist die Farbe weiss oder fein melirt, die Textur splittrig, blumig und in allen Uebergängen zum Körnigen spielend.

Bei bestimmten Stücken hat ein solcher Vorgang technische Vortheile und bei der Darstellung des Hart-

3) Der vereinte Effekt von wiederholter und abwechselnder Schmelzung und Abkühlung kann vielleicht ein Material von einem höheren Bruchoëfficienten sein, jedenfalls aber ist dasselbe spröder und von einem geringeren, nicht einem grösseren construktiven Werthe. Was die vom Giesser vorzugsweise gesuchten Eigenschaften anbetrifft, so sind dieselben stets verschlechtert.

4) Wenn das Roheisen schon im Anfange als lichtgraues halbirtes Eisen bezeichnet werden kann, dann ist sicher, dass die Wirkung jedes späteren Schmelzens (unter den gewöhnlichen Bedingungen eines Cupolofens) nur als verderbliche erwiesen werden kann.

Wir hätten uns nicht so weit über diesen Gegenstand ausgelassen, schliesst Mallet, wenn die Irrthümer, welche denselben belasten, nicht unter der Sanction von Fairbairn's Namen und richtig gewürdigter Reputation veröffentlicht worden wären und wiederholt abgedruckt würden. Sie fanden ihren Weg entweder ohne jede Notiz, oder, wie neulich, soweit uns bekannt, wenigstens ohne jede Frage in die meisten Bücher des Continents. Es ist deshalb wünschenswerth, endlich die Irrigkeit der Schlussfolgerungen hervorzuheben, welche im Stande sind, zu ernsthaften Missgriffen innerhalb der Praxis zu führen.

gusses kann man sich desselben mit Glück bedienen, vorzugsweise, wenn die herzustellenden Stücke kleinere Dimensionen haben. Für die Krystallisation des Roheisens hat aber das Resultat dieses Falles nur ein negatives Interesse, da in seinem Verlaufe jede Aeusserung der Krystallisation unterdrückt, oder besser gesagt, im Keim dadurch zerstört wird, dass die vorzugsweise krystallinischen Bestandtheile des Roheisens zum grossen Theile beseitigt werden.

Aus den geschilderten vier Schmelz- und Erstarrungsfällen lässt sich nachstehendes allgemeines Gesetz ableiten, das von praktischem Werthe ist:

„Jede rasche Schmelzung, selbst mit Ueberhitzung, und jede langsame Abkühlung wirkt günstig auf die Entwickelung der im Roheisen befindlichen krystallisirbaren Substanzen, wogegen dieselben vorherrschend durch langsames Einschmelzen zerstört und durch rasches Abkühlen an ihrem klaren Auftreten verhindert werden.“

Der blättrige Gemengtheil wird durch lang andauerndes Erhitzen zerlegt und durch rasches Erstarren in mehr splittriger Form ausgeschieden, der graphitische Kohlenstoff durch lang andauerndes Erhitzen verbrannt und durch rasches Erstarren zum grossen Theil an dem Auftreten völlig gehindert.

Dagegen contrastirt der körnige Gemengtheil, der sich bei langsamem Erwärmen und Schmelzen und darauf folgender langsamer Abkühlung am ehesten ausscheidet, überdies aber in seinem Auftreten weit mehr noch als die beiden anderen besprochenen Substanzen von der chemischen Zusammensetzung des Eisens abhängig ist. Die folgenden Einzelfälle ausgezeichneter Krystallbildung werden beweisen, dass das eben aufgestellte Gesetz keiner grösseren Verallgemeinerung des Ausdruckes fähig ist, und dass alle Versuche, eine einfache Form dafür zu finden, an dem ewigen Wechsel der das Verhalten des Roheisens in der Hitze charakterisirenden Eigenschaften scheitern müssen.

Aus diesem Grunde sind Mallet's spekulative Reflexionen ohne positive Wahrscheinlichkeit, und Karsten, welchem eine ausgebreitete Detailkenntniss zu Gebote stand, fühlte gewiss das Missliche jedes Unternehmens, welches darauf abzielen musste, ein uniformes Gesetz aufzustellen. Er ging deshalb auch über die interessante Frage der Krystallisation behutsam fort, und begnügte sich mit einigen leisen Andeutungen.

Die Bestrebungen Anderer in dieser Hinsicht fassen nur den fertigen Krystall ins Auge, nicht den Verlauf der Krystallbildung und sind deswegen hier nicht anzuführen.*)

§. 138. Wie aus der mehrfach citirten Dissertation des Verfassers hervorgeht, bilden sich eigentliche Krystalle nur selten im Roheisen aus und es verdienen deshalb ganz besonders die Veranlassungen solcher seltenen Fälle studirt und hervorgehoben zu werden. Man kann den bis jetzt gemachten Erfahrungen nach drei Krystallisationen überhaupt unterscheiden:

1) Krystallisationen des blättrigen Bestandtheiles;
2) Krystallisationen des körnigen Bestandtheiles;
3) Krystallisationen des Graphits.

Den Veranlassungen nach lassen sich die Krystallbildungen wiederum anders theilen:

1) Natürliche Krystallisationen,
2) Künstliche Krystallisationen.

Diese Unterscheidung bedarf einer besonderen Erklärung, denn der Gegensatz: natürlich — künstlich, ist bei einem Hüttenprodukt nicht leicht einzusehen.

Die natürlichen Krystallisationen würden alle diejenigen Fälle umfassen, in denen durch langsames Erstarren bei hinlänglich bedeutenden Massen sich hohle Räume im Innern bilden und mit Krystallen ausfüttern.

*) Was v. Fuchs, Hausmann, und später Cizancourt und Julien über Krystallisation gedacht und niedergeschrieben haben, ist im einleitenden Theile der Dissertationsschrift in ausführlicher Kritik dargelegt worden; es wird hier nur darauf zurückgewiesen.

Die künstlich genannten Krystallisationen dagegen umfassen alle solche Fälle, in welchen durch eine plötzliche, von aussen her stattfindende Einwirkung eine partielle Entleerung der flüssigen Roheisenmasse und dadurch die Bildung von Hohlräumen eintritt. *)

An dieser Stelle ist es geboten, die zuletzt aufgestellte Klassifikation zu gebrauchen, während die zuerst erwähnte für die Krysallbeschreibung anwendbar ist; hier kommt der Vorgang der Krystallisation, dort das Resultat derselben vorzugsweise zur Betrachtung.

§. 139. Die erste Gruppe, die natürlichen Krystallisationen umfassend, welche sämmtlich durch Erstarren grosser Massen hervorgerufen werden, verdient vor den anderen die Aufmerksamkeit des Technikers. Hierher gehört die Mehrzahl sämmtlicher Vorkommnisse der Art, sowohl im Bereich der weissen Roheisensorten, als der grauen.

Lässt man Spiegeleisen in hinreichend starken Barren langsam abkühlen, so bilden sich in der oberen Hälfte des Barrenquerschnittes drusenartige Hohlräume, die mit ausgezackten, dünnen Krysallblättern angefüllt erscheinen. Diese Blätter sind Fortsetzungen der im Spiegeleisenbruch erkennbaren grossen silberweissen Blätterdurchgänge und aus der jene Drusen umgebenden Roheisenmasse hervorgewachsen. Sie kommen indess nur vor, wenn sehr gutes Spiegeleisen auf diese Weise behandelt wird. Weissstrahl oder der Uebergang von Weissstrahl in Spiegeleisen in grösseren Massen zum Erstarren gebracht, giebt keine Drusen, wohl aber breitere Blätter, deren Aussehen indessen

*) Es kommen auch noch Fälle vor, die weder in die eine, noch in die andere Abtheilung gehören; sobald der körnige Bestandtheil in einer Roheisensorte ein gewisses Maximum erreicht hat, macht sich die Krystallisirbarkeit derselben bei der geringsten Veranlassung geltend und es bedarf weder der langsamen Abkühlung, noch der mechanisch bewirkten Entleerung halbflüssiger Massen, um das Roheisen zum Krystallisiren zu bringen.

mit dem des normalen Spiegels nicht verwechselt werden kann.

Vergleicht man z. B. die Brüche des besten Spiegeleisens, wie es u. A. von den Hüttenwerken des Cöln-Müsener Vereins zu Lohe, Müsen und Creuzthal erblasen wird, mit denen anderer, vorzugsweise auf Weissstrahl und splittriges Weisseisen eingerichteter Werke, welche Spiegeleisen nur ausnahmsweise erblasen, so wird der Unterschied um so auffälliger, als das Cöln-Müsener Spiegeleisen in nur $1^1/_2$ bis 2 Zoll starken Gänzen ein viel schöneres Aussehen besitzt, wie Spiegeleisen von Hörde, Eschweiler, Neuwied u. a. O. in 8 bis 10 Zoll starken Blöcken.*) Jenes bildet selbst in so schwachen Barren schon kleine Krystallnester, während die letzterwähnten Roheisensorten auch in dicken Stücken dergleichen weit seltener aufweisen. In hohem Grade zeigen sich die Krystallnester bei den steyrischen Roheisensorten, wie aus einem prachtvollen Musterstück des metallurgischen Cabinets der Berliner Bergakademie zu ersehen ist.

Die Schönheit dieser Krystallbildungen wird naturgemäss gesteigert, sobald die Abkühlung nicht allein durch die Massenverhältnisse des erstarrenden Roheisens, sondern auch durch die Beschaffenheit der Umgebung gesteigert werden kann. Wählt man zum Abstechen der Spiegeleisengänze kohlehaltigen heissen Sand oder reine Cokeslösche, wie man es auf den Spiegeleisenhütten des Siegerlandes meistens sieht, so begünstigt man die Abscheidung von Blättern auf das entschiedenste, während der Abstich in gusseisernen Schalen eine Veränderung der Krystallbildung sofort veranlasst.

Ebenso ist eine vorsichtig gesteigerte Temperatur von gutem Einfluss auf die Spiegelbildung, nur darf

*) Ueberzeugend wirkt dieser Eindruck bei der Besichtigung der Roheisensammlung des neu gegründeten Museums für Berg- und Hüttenwesen in Berlin, in welchem die meisten bedeutenderen Spiegeleisenhütten der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen vertreten sind.

natürlich keine Ueberhitzung stattfinden. Daher wendet man allgemein eine gesteigerte Windtemperatur und einen veränderten Gichtensatz an, wenn in einem Weisseisenofen Spiegeleisen erblasen werden soll. Man wünscht, bei raschem Niedergange der Gichten und rascher Schmelzung dem Roheisen eine höhere Temperatur zu verleihen, ohne dasselbe aber einem längeren Verweilen im Gestell aussetzen zu müssen.

Was nun die Richtung der blättrigen Krystallisationen im Roheisen anbetrifft, so ist dieselbe vorherrschend senkrecht auf die Abkühlungsfläche gerichtet, so dass bei dem mehr oder weniger rektangulären Querschnitt einer Ganz vier Hauptrichtungen der Blätter sich unterscheiden lassen, welche letzteren in der Mitte der Bruchfläche zusammenstossen und die Linie bilden, die man am besten mit der Benennung Erstarrungs- oder Abkühlungsgrenze bezeichnen kann. Innerhalb einer Druse folgen die frei austretenden Blätterenden demselben Gesetz, da sie doch meistens die Fortsetzungen der durch die ganze Dicke des Stabes gehenden Blätterbrüche vorstellen, welche ihrerseits wieder sämmtlich normal auf der Oberfläche der Ganz stehen.

Bei dem Uebergange der deutlichen Krystallisation in die weissstrahlige Textur und in die splittrige bleibt das eben angeführte Erstarrungsgesetz dasselbe, denn strahlige, blättrige, splittrige, selbst blumige Brüche zeigen stets die Hauptrichtung des einzelnen Krystalls normal zu den nächsten Abkühlungsflächen und auch hier bilden sich Erstarrungsgrenzen.*)

§. 140. Erstarrt körnig graues Roheisen in grossen Massen, so bilden sich ebenfalls Nester von Krystallhaufwerken, doch ist hier die Erscheinung nicht so klar, weil das betreffende Material kein voll-

*) Diesen Zusammenstoss der Blätterlängen kann man besonders schön bei den trapezoïdalen Bruchflächen der Flammofenstäbe von Weissstrahl u. s. w. erkennen, wofür ebenfalls das Museum für Berg- und Hüttenwesen in Berlin schöne Belege bietet.

kommen homogenes ist und die hier obwaltende Ausscheidung des Graphits störend auftritt.

Die Krystallnester stehen in keiner organisch strengen Beziehung zu den Abkühlungsflächen, sondern liegen in dem ganzen Querschnitt zerstreut. Man kann hierbei weniger deutlich eine Abkühlungsgrenze wahrnehmen, als bei dem weissen Roheisen.

Die Erscheinung der Krystallbildung im grauen Roheisen zeigt aber in ihrem Auftreten noch andere ganz verschiedene Merkmale. Das körnige graue Roheisen bildet besonders dann Krystalle, wenn die Graphitausscheidung gestört wurde und in Folge verschiedenartiger Einflüsse zurückgetreten ist. Ueberhitzt man das körnige graue Roheisen auf das vorsichtigste durch rasches Einschmelzen, so kann man dadurch eine Steigerung der Graphitausscheidung und als weitere Folge eine Verhinderung der Krystallisation hervorrufen, wenn auch auf der anderen Seite die Massen der Stücke zur Nesterbildung prädisponiren würden.

Dagegen tritt die Krystallisation des körnigen grauen Roheisens stets ein, wenn sich zu einem Graphitverlust Veranlassung bietet, wenn also ein etwas dunkles graues Roheisen mehrfach umgeschmolzen oder während längerer Zeit der Einwirkung der Schmelzhitze ausgesetzt wird.

Während man also Krystallnester in selbst grossen Massen grobkörnigen graphitischen Eisens selten findet, braucht man nur ein solches Material einer oder mehreren Schmelzungen mit Vorsicht auszusetzen, um die Erscheinung beim Erstarren eintreten zu sehen. Ausgenommen hiervon sind natürlich alle die Fälle, wo durch gewisse Bestandtheile der Brennstoffe und Zuschläge des Umschmelzungsprozesses eine Aenderung in der Qualität des Roheisens hervorgebracht und an die Stelle der in Form des Graphits ausgeschiedenen, auch wohl verbrannten Kohle fremde Körper in Verbindung mit dem Eisen getreten sind, die nun alle Eigenschaften des Roheisens ebenso wie seine Zusammensetzung verändern.

Dasselbe gilt von manchen grauen grobkörnigen

Roheisensorten, welche sich durch Umschmelzen in halbirtes und weisses Eisen leicht verwandeln und ein blumig-körniges in das splittrige übergehendes Gefüge zeigen. Die Graphitausscheidung zieht sich dann, wie es bereits beim Gefüge angedeutet wurde, an bestimmte Stellen zurück und ebenso verliert sich der körnige Bestandtheil mehr und mehr, so dass von einem deutlichen Krystallisiren desselben nicht mehr die Rede ist.

Nur auf den matten Flächen des weissen Roheisens lassen sich, wie auch der Berghauptmann Noeggerath für Spiegeleisen einzelner Hütten nachgewiesen hat*), Spuren von Krystallisationen erkennen, welche mit den farrenblättrigen Nesterausfüllungen Aehnlichkeit besitzen.

§. 141. Die Krystallisirbarkeit des grauen körnigen Roheisens hat wichtige praktische Consequenzen, welche hier noch angeführt werden müssen und in den Augen der Techniker nicht überflüssig erscheinen dürften.

Neigt das Roheisen vermöge seiner eigenthümlichen Constitution zum groben Korn und hervortretender Grapitausscheidung, so ist es von Wichtigkeit, die letztere etwas zu verhindern. Um nun zu ermitteln, ob sich dieses ohne nachtheilige Einflüsse auf die Eigenschaften des Roheisens thun lässt, erscheint es gerathen, auf die Krystallirbarkeit zu achten, namentlich nach einmaligem Umschmelzen oder bei öfterer Wiederholung. Schmilzt man z. B. reines Cokesroheisen von grauer Farbe und mässig grobem Korn mit halbirtem Roheisen von splittriger Beschaffenheit und mit hellgrauem, feinkörnigen Holzkohlenroheisen zusammen, so entsteht ein feinkörniges, halbires Gemenge von einem hakigen, rauhen Bruch und dasselbe zeigt im Innern grösserer Massen mehr oder minder deutliche Krystallnester. Diese kann man aber nur selten in allen drei Materialien finden, die zur Zusam-

*) Vergl. die kurze Notiz im Berggeist 1867, S. 403, die nur einen Auszug aus der betreffenden Verhandlung der Niederrheinischen Gesellschaft in Bonn giebt.

mensetzung des Gusses dienten. Gewöhnlich kommen sie im reinsten derselben, im Holzkohlenroheisen vor, wenn dasselbe mehr grau als weisshalbirt war, doch nie in der Ausdehnung, in welcher sie sich nachher im Produkt des Gusses zeigen. Gleichzeitig mit ihrem deutlicheren Hervortreten hat sich die Graphitausscheidung vermindert und gleichmässiger vertheilt.

Berücksichtigt man nunmehr, dass die erwähnten Krystallisationen aus mehr oder minder reinem Eisen bestehen und nur durch Graphiteinschlüsse in der vollkommenen Aehnlichkeit mit gewöhnlichem Schmiedeeisen gestört werden, im Uebrigen aber das für Roheisen mögliche Maximum an Zähigkeit und Festigkeit besitzen, so kann man *a priori* an das Vorhandensein solcher Bildungen günstige Vermuthungen knüpfen.

In der Wirklichkeit nehmen sowohl die Elasticitäts- als die Festigkeitscoefficienten des Roheisens um so mehr zu, je grösser der Antheil an körnigem reinen Eisen bei der Zusammensetzung des Roheisens ist, und dieser Antheil lässt sich bemessen nach dem Grade des Auftretens der gestrickten Bildungen.

Bewirkt man durch einen beliebigen Einfluss eine Verminderung der den Zusammenhang des körnigen reinen Eisens hindernden Substanzen, in erster Linie also des Graphits, so ist kein Zweifel, dass sich die Qualität und die Krystallisirbarkeit des Roheisens gleichzeitig verbessern. Die eben ausgesprochene Behauptung, die übrigens auch noch durch neuere Erfahrungen Schott's gestützt erscheint*), ist von grösstem Interesse, sobald man die Mallet'sche Kritik der früher schon erwähnten Folgerungen Fairbairn's commentiren will.

§. 142. Bekanntlich hatte der letztere nach einer Reihe von Versuchen behauptet, dass ein wiederholtes Umschmelzen und Einwirken der Flamme das Roh-

*) Vergl. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure VIII. S. 209.

eisen stets in der Qualität verbessere, obwohl nach einer bestimmten Anzahl Wiederholungen ein plötzliches Umkehren der Reihe stattfände und die Qualität sich verschlechtere. Damit im Einklange befinden sich die Resultate der ausführlichen und ausgedehnten Untersuchungen der amerikanischen Artilleriebehörde, welche, bereits 1857 veröffentlicht, aber später durch neuere Arbeiten vervollständigt, sowohl für die Artilleristik selbst, als für die Technik des Eisengiessereibetriebes ein sehr werthvolles Material bilden. In der letztgenannten Beziehung sind sie von Mallet in seinen neueren Aufsätzen über Giessereibetrieb, die seit einigen Jahren sich im Practical Mechanic's Journal veröffentlicht finden, sehr gut benutzt und gleichzeitig kritisch gesichtet worden.*)

Das Material dieser Versuche ist ein dem schwedischen ähnliches zähes Eisen gewesen und musste bei vorsichtiger Arbeit durch Umschmelzen seinen Graphit zum Theil verlieren und dann zunächst fester, später allerdings hart und spröde werden. Leider ist von der Textur des angewandten Roheisens und seiner sonstigen Beschaffenheit wenig bekannt geworden und es ist deshalb das Detail der Versuche selbst von keinem allgemeinen Interesse; um so weniger, als der Zweck der Versuche lediglich die verbesserte Darstellung der Kanonen war.

Dagegen giebt R. Mallet an einer Stelle der eben erwähnten Aufsätze**) eine Reihe allgemeiner Betrachtungen, die sich hier anschliessen lassen; zunächst spricht er seine Ansicht aus über die Wichtigkeit der Einflüsse, welche sich sowohl

1) von der Verschiedenheit der Gestalt eines Gussstückes, als auch

*) Es sei hier gestattet, auf ein Originalwerk aufmerksam zu machen, das R. Mallet 1856 herausgegeben hat und welches sehr schätzbare Mittheilungen für den Eisen- und Metallgusstechniker enthält. Der Titel des Werkes lautet: On the Physical conditions, involved in the Construction of Artillery etc. by Robert Mallet. 1 Vol. 4. London 1856.

**) Practical Mechanic's Journal 1867/68. S. 36.

2) von einem Mehr oder Minder an Masse in demselben, und

3) von der Relation zwischen seiner Masse und seiner Oberfläche

ableiten lassen, und constatirt hierbei die Schwierigkeit der scharfen Beobachtung und die Nothwendigkeit, nicht allein von rein wissenschaftlichen Sätzen auszugehen, sondern der Praxis das gebührende Recht widerfahren zu lassen. Er sagt unter Anderm:

„Diese Bedingungen sind fern davon, vorzugs-„weise Gegenstand theoretischer Spekulationen sein „und das Laboratorium eines wissenschaftlichen Me-„tallurgen allein betreffen zu können.

„Werden sie einst vollkommen verstanden, so brin-„gen sie leitende Prinzipien von der grössten Wichtig-„keit hervor und sind von einem fortwährenden Nutzen „sowohl für den Ingenieur und Maschinenbauer, wel-„cher die Formen und die Grössen bestimmt, als auch „für den Eisengiesser, welcher Gegenstände zu irgend „welchem Gebrauche in Gusseisen herstellt.

„Bleibt man aber, wie bei jeder andren Klasse „von systematischen Wahrheiten, bei den Grundprin-„zipien stehen und macht sich nicht vertraut mit dem „Wechsel der sinnlichen Erscheinung durch ein immer-„währendes Zurückgehen auf das Auge oder andere „Beobachtungsmittel d. h. wenn man sie nicht voll-„kommen verstanden hat, sind sie stets ein wahr-„scheinlich aussehendes verführerisches Irrlicht. Es bietet „sich Gelegenheit, davon später einen Beweis zu geben.“

§. 113. Die erste der drei oben angeführten Ursachen anbetreffend, ergiebt sich für den Einfluss der Form gegossener Körper auf den Aggregatzustand der folgende Satz:

Es ist als ein Gesetz der molekularen Aggregation aller krystallinischen festen Körper anzunehmen, dass, wenn deren Theilchen fest werden (indem sie aus dem flüssigen in den festen Zustand übergehen), sich die Krystalle der Substanzen unter dem Einflusse der „bewegten“ Hitze d. h. des

Abkühlens ordnen und mit ihren Hauptachsen nach Richtungen hauptsächlich gruppiren, welche senkrecht auf die kühlenden Flächen gerichtet sind. Diese Richtungen fallen mit der jedesmaligen Richtung der Wärmewellen zusammen und scheint es, als ob die Wärmebewegung jedesmal die Richtung des geringsten Cohäsionsdruckes annehme und die inneren durch das Erstarren und Schwinden erzeugten Spannungen respektire, die ihrerseits meist parallel der Oberfläche laufen.

(Dieses findet nach Mallet statt, nicht allein, wenn ein Körper nach Schmelzung fest wird, sondern auch, sobald ein Körper besonders und genügend erhitzt wird, um eine Krystallisation desselben zu gestatten, wenn derselbe auch nicht wirklich krystallisirt, sondern nur zu einem krystalloïdischen Körper wird, d. h. fähig, einen krystallinischen Zustand anzunehmen; der obige Satz ist mithin gleich wahr,

ob die Wärmewelle auswärts sich bewegt wie beim Kühlen,

oder:

ob dieselbe einwärts geht, wie beim Erhitzen der äusseren Schicht des festen Körpers.

Der vorgetragene Satz ist selbstverständlich, aber in falscher Fassung gegeben, denn die Spannungen als Resultate der Molekularanordnung entstehen erst durch den Parallelismus oder Centralismus der sämmtlichen Krystallachsen und müssen sich mithin stets in einem gewissen rationellen Zusammenhang zu der Wärmebewegung, ihrer eigentlichen Grundursache, befinden. Letztere kann dagegen ihre eigene Wirkung nicht „respektiren“.*)

*) Eine frühere allgemeine Begründung dieses Erstarrungsgesetzes hat Mallet bereits in den Transactions of the Royal Irish Academy for 1855 gegeben; auch die Denkschrift des Grafen von Rosse über den Guss seines grossen Teleskopspiegels in den Philosophical Transactions 1861 (Vol. 151. III. 689) giebt eine Reihe von Beweisstücken.

Wenn folglich ein Eisenguss, nachdem er angefüllt worden ist, aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, so findet man stets,

dass die längsten Symmetrieachsen der Krystalle, d. h. Hauptachsen der integrirenden Krystallindividuen, danach streben, sich in Linien normal auf die Begrenzungsebenen der Massen zu gruppiren. In anderen Worten, die Blätterdurchgänge oder Kluftflächen, parallel jenen Achsen, haben sich normal zur äusseren Gussoberfäche aufgestellt.

Mallet motivirt den Ausdruck „streben" als nothwendig, weil in den gewöhnlichen Handelssorten des Roheisens, sowie in unreineren Varietäten die Erscheinung der oben erwähnten Anordnung oft maskirt würde. Dagegen zeige sich die letztere am Spiegeleisen am auffallendsten; grosse Ebenen, krystallinische Spaltungsflächen würden beim Zerschlagen in der Masse sichtbar, deren Richtung vorherrschend normal zur Aussenfläche oder zur Contour des Stückes gefunden würde.

Die an Graphit sehr reichen Gusseisensorten, z. B. das schottische Roheisen Nr. 1, zeigten ebenfalls Spaltungsflächen, doch von unbestimmterem Arrangement und fast immer mit den Graphitblättern zusammenfallend.

§. 144. Die Entwickelung des Krystalls im Gusseisen hängt ausserdem wesentlich ab:

1) von dem chemischen Charakter desselben, d. h. dem Verhältniss seiner Haupt- und Nebenbestandtheile,
2) von der absoluten Masse an Gusswerk; die grössten Güsse bieten für jede gegebene Art von Gusseisen die grösste und gröbste Aggregation von Krystallen, jedoch nicht gleichzeitig die regelmässigste Anordnung derselben. Diese hängt im Gegentheil ab
3) von der Art und Weise, auf welche die Gussmasse abgekühlt worden ist, und von der Regelmässigkeit, mit welcher die Hitze des Gusses entweichen konnte:

entweder durch Leitung aus der Oberfläche des Gusses in die der Form,

oder durch Entfernung mittelst Luftzüge und unter Zuhilfenahme der freien Strahlung in allen den Fällen, wo der Guss nach dem oberflächlichen Erstarren entblösst wurde und ausserhalb der Form in freier Luft abkühlt.

Für Mallet ergeben sich aus dem Gesagten nun noch die nachstehenden präcisirten Sätze:

1) Die chemische Constitution bestimmt in einer gegebenen Eisenart die Tendenz, Krystalle zu entwickeln;
2) die Regelmässigkeit der Entwickelung dagegen hängt ab von der Regelmässigkeit der Abkühlung (d. h. von der Stetigkeit, mit welcher sich die Wärmewellen vom Centrum nach der Oberfläche bewegen);
3) der Umfang der Entwickelung oder, in anderen Worten, die Grösse jedes Krystallindividuums ist abhängig von der Zeit, während welcher der Anordnungsprozess verlaufen kann, d. h. von der Zeitlänge, die ein gegebenes Gussstück braucht, sich abzukühlen.

Die weiteren Consequenzen dieser Schlüsse, namentlich ihrer Anwendung auf verschieden heisse Güsse, auf Hartgüsse, Schalenbildung, stimmen mit dem an den verschiedenen Stellen dieses Werkes Gesagten genau überein, wie aus den folgenden Aeusserungen hervorgeht.

Es ist einleuchtend, dass die Temperatur, bei welcher ein Gussstück gefüllt ist (bei sonst gleichen Umständen), die Korngrösse beeinflusst, d. h. die Krystallentwicklung; je höher die Temperatur des Roheisens über der zur Flüssigkeit desselben erforderlichen ist, desto mehr Wärme entweicht nachher und desto länger dauert das Abkühlen und Erstarren.

Diese überflüssige Hitze beeinflusst in der That die Entwickelung der Krystalle sowie deren Anordnung, da, wenn das Material heisser eingefüllt

wurde, auch die Summe der Contraktion zwischen dieser und der am Ende des Kühlens grösser wird; und von den inneren Spannungen, welche auf den Oberflächen sich entwickeln, hängt, wie wir gesehen haben, die Richtung der Hauptkrystallachsen ab, die doch im rechten Winkel jene Spannungen schneiden.

Die spannenden Kräfte, welche dieses Arrangement bestimmen, wachsen also mit der Dauer des erhitzten Zustandes, folglich wird ihre resultirende Aktion entschiedener bezeichnet.

§. 145. Das regelmässigste Arrangement der Krystallachsen entsteht durch Abschrecken oder Giessen in eiserner Form; das hohe Leitvermögen der Wände dieser Form entführt die Hitze des Gusses mit grosser Geschwindigkeit (kein Weg, um grosse Krystalle zu bekommen), aber die Wärmewellen, welche durch das Leitvermögen hervorgerufen werden, werden sehr regelmässig nach aussen befördert (bei einer regelmässigen Gestalt des Gusswerks und einer angemessenen Stärke der abschreckenden Form), so dass die Regelmässigkeit der Gruppirung vollkommen erscheint.

Es ist nicht ungewöhnlich, zu sehen, dass die Hauptkrystallachsen eines Hartgusses $1\frac{1}{2}$—2 Zoll tief in die Substanz hineinreichen, alle einander parallel und mit vollkommenster Symmetrie senkrecht auf die äussere Oberfläche gerichtet.

Andere Umstände kommen übrigens noch hinzu, um bei dem Abschrecken des Gusseisens die Gruppirung der Krystallachsen zu ändern.

Hier genügt, festzustellen, dass durch das Abschrecken, das Hartgiessen,

die chemische Constitution des Gusseisens bis zur Tiefe der harten Schale, soweit sich also das Kühlen erstreckte, geändert wurde. Der Kohlenstoff als Graphit ist ausgetrieben und nur der chemisch gebundene Kohlenstoff bleibt in dem abgeschreckten Theil des Gusses zurück, welcher sich vom Stahl nur wenig unterscheidet.

Dieser Effekt ist unabhängig von der Natur der Formmasse und nur bedingt durch ihre ausserordentliche Leitungsfähigkeit.

Andauerndes Uebergiessen mit Wasser und eine rasche und genügende Dampfbildung kann ebenso die Erscheinungen des Hartgusses hervorrufen.

§. 146. Ebenso bildet sich bei allen Güssen in frischem Sande eine Schale, die Gusshaut; sie ist härter und dicker, wenn die Oberfläche des Gusses im überwiegenden Verhältniss zu seiner Masse erscheint.

Bei sehr dünnen Güssen, auch wenn sie in getrocknetem Sande gegossen würden, sind die harten Gusshäute so stark, dass sie die ganze Substanz des Gusses einnehmen. (Vgl. die Berliner Bas-Reliefs und Medaillons, welche in getrocknetem Sande und ans weichem grauen Eisen gegossen werden. — Diese Güsse haben höchstens $^1/_{16}$ Zoll Dicke, zeigen silberweissen Bruch, beinahe Stahlhärte und Krystalle, die, wenn sie hinreichend entwickelt sind, alle senkrecht auf den Oberflächen stehen.)

Aus dem Allen geht für Mallet hervor,

dass jedes Gussstück eine harte Fläche von veränderlicher Dicke, dem Verhältniss zwischen Volumen und Oberfläche sowie der Darstellungsweise entsprechend, besitzt und dass, wenn je nach der Dicke der Hartschale sich der chemische Charakter des Metalls bei dem jedesmaligen Erstarren verändert, gefolgert werden muss: ein fortwährendes Schmelzen und Giessen desselben Gusseisens bedingt eine mehr oder weniger rasche Alteration der chemischen Constitution in dem Ganzen, und zwar ist dieses, wie wir annehmen müssen, keine blos metallurgische Aenderung, die innerhalb des Schmelzofens im Metall eingetreten, oder dem Einfluss der Luft und des Brennmaterials bei dem wiederholten Umschmelzen zuzuschreiben wäre.

Davon hängt u. A. auch die täglich vorkommende Verwendung von Brucheisen *(Scrapmetal)* ab, welches mit Roheisen oder weichem Guss im Cupolofen durch-

gesetzt wird; in der Absicht, dem letzteren grössere Härte und geschlosseneres Korn zu geben.

Das *Scrapmetal* ist selbst mehr oder weniger abgeschreckt und theilweise selbst in Weisseisen verwandelt, sobald es nach der Schmelzung vorläufig gekühlt worden ist u. s. w.

Die Mischung ist die eines an gebundenem Kohlenstoff reichen und graphitarmen Eisens mit einem grauen Roheisen von entgegengesetztem Charakter, und erscheint dichter und härter als der zweite Bestandtheil.

Doch daraus folgert ganz und gar nicht (*by no means*), dass das krystallinische Korn eines solchen Gemenges kleiner oder feiner sei, als das vom ungeschmolzenen Ganzroheisen, ebensowenig aber ein gross Theil gröber. Nach dem, was oben gesagt wurde, bestimmt die Grösse des Gusses ganz allein die Kornverhältnisse des Eisens, d. h. die Grobheit oder Feinheit des Korns (die einzigen Ausdrücke des Praktikers für die Entwickelung von Krystallen.)

Daraus erhellt das Falsche der stereotypen Phrase in den Civil-Ingenieur-Vorschriften, welche gemeiniglich vorschreibt, dass für den Guss grosser Stücke ein Zusatz „kleinen feinkörnigen Brucheisens“ genommen werden soll. Daraus soll hervorgehen, dass „dichtes kleines Brucheisen“ nothwendig auch „dichten groben Guss“ geben müsse.

„Wird dünn gesäet,“ sagt Mallet, „so entstehen „wohl dünne Pflanzen, aber kleines Brucheisen, wenn es „gegossen und in der grossen Gussform vorsichtig abge„kühlt wird, erhält ein grobes und krystallinisches Korn.“

§. 147. Noch die zwei anderen Hauptursachen veränderlicher Krystallisation sind zu berühren, nämlich:

das Mehr oder Minder der Masse in den Gussstücken, und

die Relation zwischen Masse und Oberfläche der Gussstücke.

Mallet verbreitet sich hierbei besonders über die wichtigen Folgen von Abwechselungen der Massengrösse in einem und demselben Gussstück, den soge-

nannten **Spannungen**, welche in den Erstarrungsgrenzen der einzelnen Oberflächentheile ihr Maximum erreichen. Für die Bezeichnung dieser Bruchrichtungen hat der genannte englische Civilingenieur die Benennung „Schwächeebenen“ erfunden (*plans of weakness*) und dieselben besonders in seinem Werke über die Construktionsmaterialien der Artillerie ausführlich besprochen.

Hier findet man sogar **Abbildungen** solcher Texturverhältnisse mitgetheilt, welche die wichtigeren Erscheinungen der Spannung und Sprödigkeit umfassen. Auf Taf. II und III sind dieselben in der künstlerischsten Weise zur Ausführung gebracht, während Taf. V die Texturbilder für Spiegeleisen, dunkelgraues Roheisen, Weissstrahl, halbirtes und krystallinischkörniges Roheisen darbietet. Der Text selbst enthält auf Seite 11 die Bedingungen ausgedrückt, unter denen die „Schwächeebenen“ entstehen, und es muss hier darauf verwiesen werden.

Mallet versucht nämlich zu beweisen, dass als eine der Conseqnenzen des von ihm hervorgehobenen Gesetzes über krystallinisches Arrangments **jede solcher Aenderungen** der Form (im Profil und Querschnitt) durch **Schwächeebenen** (*plans of weakness*) angedeutet oder bemerklich wird, welche die Masse des Gusses durchschneiden.

Diese Umstände (höchst wichtig für den Civil- und Maschinen-Ingenieur, der durch seine Entwürfe die Gestalt der aus Gusseisen auszuführenden Gegenstände vorzeichnet, die er zur Construktion der Maschinen verwendet) haben keine direkte Verbindung mit des Giessers eigner Kunst und Wissenschaft; dessen Beruf ist, einen gesunden Guss zu liefern, oder so gut als möglich, an was immer für eine Form und Grösse er gebunden ist.

Andererseits ist es aber nicht unwichtig, dass ein Giesser im Stande sei, die Stellen eines Modells oder einer Zeichnung zu bezeichnen, welche nur zweifelhaft, schlecht oder schwach ausfallen werden.

Nach Mittheilungen von Edwin Clarke fand Sir Henry James (relation to the Commission on Railway Structures of Iron), dass eine grosse Zahl von Querspannungen (transverse strains) in einer schwammigen krystallinischen Struktur die Festigkeit des Roheisens modificire und dass Barren, aus der Mitte eines starken Balkens geschnitten, nur sehr wenig fest waren, verglichen mit gleichen Querschnitten aus anderen Theilen desselben Balkens.

Clarke sagt hiernach richtig, dass man die Tragkraft eines starken Balkens nicht aus den Constanten componiren kann, welche die Experimentatoren für einen Querschnitt von 1 Zoll Quadrat gefunden hätten.

Doch weder James noch Clarke beweisen oder legen die schlichteste Anwendung der wahren Prinzipien dar, von denen die Differenzen kommen, und beide vermengen die Abnahme an Tragkraft, welche den grösseren Schaden der Erstarrungscontraktion signalisirt, d. h. der Hohlheit, welche durch die Richtung der Endzusammenziehung und Erstarrung in dem Innern starker Barren verursacht wird (die in der That nichts weiter ist, als ein verminderter Querschnitt oder als die Differenz zwischen dem wirklichen und dem scheinbaren Querschnitt in der aus der Mitte der Dicken ausgeschnittenen dünnen Barre), mit den Differenzen, deren Ursachen bereits angeführt worden, und die sich auf keinen schwammigen oder hohlen Zustand beziehen lassen, sondern lediglich gewissen unveränderlichen Umständen der Molekularaggregation im Gusseisen zugeschrieben werden müssen.

Clarke weist indess ebenfalls auf die Vortheile des wiederholten Schmelzens hin (Clarke Britanniabridge Vol. I. p. 443).

§. 148. In Betreff der dritten Hauptursache veränderlicher Krystallisation, des Verhältnisses zwischen Masse und Oberfläche, führt Mallet eine Reihe von Versuchen an, aus welchen sich das Resultat ergeben habe, dass die spezifischen Gewichte mit der zunehmenden Masse sich verringerten

und dass hiernach der grössere Guss weniger fest und dicht sei, als der kleinere.

Parallelepipede von 5 Zoll Quadrat und $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2, 4 Zoll Dicke wurden, aus derselben Pfanne und in demselben Formsand gegossen, von einander getrennt, von der Gusshaut befreit und gewogen.

Dergleichen Experimente machte Mallet mit 3 Arten Eisen von verschiedener Beschaffenheit.

Calder 1, Blaenavon 1 und Apedale 2.

Tabelle I.

A war gross 5 . $5^1/_4$ Z. = $6^3/_4$ Kb.-Z. u. 55 Qd.-Z. Obfl. — Daher $\frac{55}{6,75}$ obiges Verhältniss

B	war gross	5 . $5^1/_2$ Z.	= $12^1/_2$	Kb.-Z. u.	60 Qd.-Z. Obfl.
C	„ „	5 . 5,1 „	= 25	„ „	70 „ „
D	„ „	5 . 5,2 „	= 50	„ „	90 „ „
E	„ „	5 . 5,4 „	= 100	„ „	130 „ „

Die spezifischen Gewichte nahmen mit der zunehmenden Masse ab, d. h. der grössere Guss ist weniger fest und dicht als der kleinere. Es zeigten:

Tabelle II.

	Calder 1 (Heiss. W.)			Blaenavon 1 (Kalter W.)		Apedale 2 (Heiss. W.)	
A.	7,0560	0299	Diff.	7,1449	0015	7,1876	0141
B.	7,0261			7,1464		7,1735	
C.	7,0627	0366	„	7,1423	0041	7,1164	0571
D.	6,9856	0771	„	7,1153	0270	7,0806	0358
E.	6,9588	0268	„	7,0942	0211	7,0483	0323

Obwohl die citirten Resultate richtig sind, so kann man sie doch nicht ohne weiteren Commentar so hinstellen, wie es Mallet gethan, und kommt es hier, wie bei allen solchen Fragen, zunächst auf eine genaue Prüfung des Materials, sowie auf die Bestimmung des Einflusses an, den sehr langsames Erkalten auf die Constitution ausüben kann. Wenn das langsame Erstarren die Krystallisation befördert, so müsste, da ein grosser Krystall stets dichter sein wird, als ein ebenso grosses Haufwerk kleiner Individuen, langsam oder in grösseren Massen erstarrtes Roheisen stets

dichter, d. h. schwerer sein, als rasch oder in geringeren Massen fest gewordener Guss.

Dass dem nicht so ist, liegt daran, dass ein spezifisch leichterer Bestandtheil, der Graphit, im ersteren Falle in grösserer Menge auftritt, als in letzterem, wo er sogar, wie z. B. bei vollem Weisswerden, ganz verschwinden kann. Ausser der Verminderung des Gewichtes, welche hierdurch allein schon hervorgerufen werden kann, tritt nun noch eine Lockerung des Gefüges durch die Ungleichheit der physikalischen Eigenschaften des Graphits und der übrigen Bestandtheile des Roheisens, sowie durch die in Folge vollkommener Krystallisation von aussen nach innen im Kern der Gusstücke auftretende Höhlen- und Nesterbildung ein, die also, was die letztgenannte Ursache anbetrifft, an einer Stelle lockert, während dafür an anderer Stelle ein Zuwachs an Dichtigkeit eingetreten sein muss.

§. 149. Daran knüpft Mallet in einem späteren Aufsatze a. a. O. S. 69 noch folgende Bemerkungen, welche die Besprechung des Hartgusses einzuleiten bestimmt sind.

Die äussere zuerst festgewordene Schale einer Masse, welche in Ruhe abkühlt, hat ihre Dimensionen begrenzt gehabt durch die Menge der noch flüssigen Metallmasse, die darin enthalten ist; aber sobald Lage auf Lage des festgewordenen Metalls sich an das Innere der Aussenschale anlegt und diesen Wall mit zunehmender Kühlung allmälig verdeckt, so bemerkt man, dass jede dieser Lagen im Volumen um die Menge abnimmt, welche dem Coëfficienten kubischer Zusammenziehung entspricht:

innerhalb der Temperaturdifferenz zwischen dem Zustande der Flüssigkeit und dem des Festwerdens.

Die Folge der Contraktion ist zunächst das Dasein spannender Kräfte innerhalb jeder Lage, nach drei rechtswinkligen Achsen auftretend.

Je nach der Form des Gusses kann die Molekularbewegung nach einer der drei Richtungen mehr oder

minder sich entwickeln; im Allgemeinen ist aber diese Bewegung hauptsächlich, wenn nicht ganz und gar, auf die Achsialrichtungen beschränkt, die normal auf die Oberfläche der gesammten Gussmasse laufen oder normal auf die Lagen der Oberfläche der inneren bereits festen Masse.

Schliesslich, wenn Lage auf Lage festgeworden, so dass die Masse des Gusses bis in das Centrum erstarrt ist, ist der Totaleffekt solcher innerlichen aus der Contraktion entspringenden Spannungen zwischen zwei Erscheinungen getheilt,

1) einem hohlen Raume im Centrum des Gussstückes, dem wohlbekannten „Saugen“ des Eisengiessers, welche den Rest der von Lage zu Lage nach dem Innern fortgesetzten Spannungen repräsentirt;
2) einer gewissen Summe von übriggebliebener elastischer Molekularspannung, über alle Partikelchen vertheilt, welche einen zerreissenden Charakter trägt, insofern es eine Spannung ist, welche die Theilchen verhindert, sich eines dem andern bis zu der Lage vollkommenen Gleichgewichts molekularer Ruhe und Erstarrung zu nähern.

Auf die Einheit des Volumens eines gegebenen Materials bezogen, ergeben die solchergestalt auseinander gehaltenen Partikeln evident einen Körper von geringerer spezifischer Schwere.

Wenn es uns gelungen, die vorstehende Auseinandersetzung verständlich zu machen, so wird es klar sein, dass die verminderte Dichtigkeit bei wachsender Masse eine Folge innerer Spannungen ist, welche aus dem Schwinden bei der Abkühlung und Erstarrung entspringen; je bedeutender das Volumen des Gussstücks bei gegebener Form, um so grösser ist die ganze Summe der kubischen Contraktion, innerhalb bestimmter Grenzen in Bezug auf die Grösse, um so grösser sind auch die Spannungen, sowie die daraus hervorgehende Verminderung der Dichtigkeit. Wir sagten: innerhalb bestimmter Grenzen,

weil, wenn die metallische Masse ungemein an Volumen zunimmt, es leicht einzusehen ist, dass die kubische Dehnbarkeit des Materiales rascher oder langsamer dahin gelangt, in allen Schichten bis zu einer gewissen Tiefe die Spannungen zu neutralisiren.

Aus früheren Besprechungen geht noch hervor, dass die Form eines Gegenstandes einer der bedingenden Umstände ist, die Summe der Dichtigkeitsverminderung zu verändern und dass die Formen, welche die meisten Spannungen erzeugen, auch die Dichtigkeiten am meisten vermindern.

Die Kugelgestalt ruft hierbei das Maximum hervor.

Damit zusammenstimmend ist schon lange beobachtet worden, dass die Geschosse für Kanonen, namentlich wenn dieselben in Schalen gegossen wurden, noch lange, nachdem sie bereits die Temperatur der Atmosphäre erreicht, ihre Dimensionen ändern und an Volumen abnehmen (nachzuweisen mit dem gewöhnlichen Kaliberzirkel).

Es erscheint dieses als die Folge einer langsamen Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen den auseinandergehaltenen Partikeln.

Wiederum ist die Beobachtung gemacht worden, dass eine Kanonenkugel, mehrere Male zur Rothgluth erhitzt, permanent im Volumen zunimmt. Wenn auch hier die Erscheinungen in einer umgekehrten Reihenfolge auftreten, wie bei der vorerwähnten Volumenverminderung, so ist doch gleichfalls eine Verminderung des spezifischen Gewichtes nachweisbar.

§. 150. Es wären nun noch die künstlichen Krystallisationen zu erwähnen, welche indessen mehr das Werk des Zufalls, als das der Absicht sein können und deshalb nur selten vorkommen. Im Allgemeinen beruht ihre Entstehung auf der partiellen Entleerung bereits gefüllter und aussen mit erstarrten Massen umgebener Reservoire oder Formen.

Wenn z. B. eine Gussform, nachdem sie eben voll geworden ist, an irgend einer tiefer liegenden Stelle durch mangelhafte Befestigung zu klaffen beginnt und

sich entleert, entstehen in dem oberen Theile der Form unter der bereits erstarrten Decke des Eingusses hohle Räume, die sich mit Krystallen anfüllen können und dann gewöhnlich die schönsten Resultate geben, was Klarheit der Erscheinung anbetrifft.

Das Roheisen, welches am ehesten solche Krystallisationen zeigt, ist wiederum dasselbe, von dem bereits weiter oben die Rede war, und es kommen diese Vorgänge wiederholt da besonders vor, wo ein festes zähes Roheisen zu Maschinenguss verarbeitet wird und wo die Umschmelzung bei niedriger Temperatur im Schachtofen, besser noch im Flammofen, vor sich gegangen ist.

Einen besonderen Werth haben die Krystallisationen dadurch, dass sie zeigen, wie rasch der Akt der Krystallbildung verläuft, denn zwischen dem Ausbrechen des Eisens in solchem Falle und seinem Erstarren liegen oft nur wenige Sekunden. Trotzdem entstehen die prachtvoll angelaufenen Krystalle in grossen Haufwerken innerhalb dieser Frist.

Dem Verfasser liegen hierbei schöne Musterstücke vor, welche von einem verunglückten Schachtsatzrohr auf der Königin Marienhütte herrühren und in einzelnen Stücken sowohl Eisen- als Graphitkrystallisationen enthalten.

Einen äusserst interessanten Fall, der sich hier anschliessen lässt, bilden die Krystallisationen, welche (a. a. O. S. 103 u. ff.) beschrieben wurden und wo eine Trennung verschiedenartiger Bestandtheile grobhalbirten Roheisens deren Oberfläche mit Krystallen bedeckte. Demnächst gehört auch der ibid. S. 101 beschriebene, beim Zerschlagen heissen Tümpeleisens vorgekommene Fall hierher, welcher den Uebergang bildet zu dem höchsten Grade der Krystallisirbarkeit, bei welchem das einfache Umrühren des Roheisens genügt, um das Gerinnen desselben in einzelne Krystallbrocken zu veranlassen.

Solche Erscheinungen sind bei dem Bessemermaterial der Königin Marienhütte mehrfach aufgetreten und geben Zeugniss von der Reinheit des dortigen Roheisens. Ein Theil eines ganzen Abstichs er-

starrte in der Weise als lockeres Haufwerk im Tümpel und Abstichgraben und zeigte dieselben gestrickten Formen, die bei heiss zerschlagenem Tümpeleisen von dem Verfasser beobachtet worden waren.

Andere Portionen eines ähnlichen Eisens derselben Hütte erstarrten unter einer Schlackendecke und bildeten, bei gleichzeitig gesteigerter Graphitausscheidung, ganze Drusen, welche mit den feinsten nadelartigen Figuren bedeckt und überkrustet waren. In neuester Zeit sind in gewöhnlichen Flammofenbarren und Eingüssen weite rinnenartige Höhlungen voller grosser Krystalle vorgekommen, welche also durchaus nicht grösseren Massen ihre Entstehung verdanken.

Mit der Erwähnung dieser Fälle schliesst die Betrachtung der Erstarrungsverhältnisse, über die bereits unter Textur im I. Band dieser Arbeit eine Menge zerstreuter Bemerkungen gegeben worden sind, und folgt nunmehr nur noch eine kurze Bemerkung über das letzte Stadium des Erkaltens.

Das Schwinden des erstarrten Roheisens.

§. 151. Das Schwinden, d. h. das Volumenverhältniss, um welches sich das eben erstarrte Roheisen bis zum völligen Erkalten zusammenzieht, ist bekanntlich kein constantes, denn es hängt von der Zusammensetzung ab, welche das Roheisen durch die verschiedenen Modifikationen des Erhitzens, Schmelzens und Erstarrens erhalten hat, resp. von dem Bestandtheile, der im Roheisen alsdann dominirt. Dazu treten noch die Veränderungen im Aggregatzustande, die Korngrösse, Lockerheit oder Dichtigkeit des Gefüges, d. h. die sämmtlichen Resultate der Krystallisation.

Für bestimmte Qualitäten, deren Eintreten man in der Technik zu erzwingen sucht, z. B. für Giessereiroheisen, Hartguss u. s. w., hat man allerdings auch bestimmte Werthe, dieselben sind aber für das vorliegende Thema ohne Interesse.

Hier handelt es sich vor Allem darum, festzu-

stellen, welche Roheisenbestandtheile mehr und welche weniger schwinden, sowie um den Einfluss der Temperatur des Gusses und der Erstarrungszeit. Bereits im I. Bd. hat der Verfasser darüber einzelne persönliche Erfahrungen mitgetheilt und besprochen, aus denen zweierlei hervorgeht:

1) Weisses Roheisen, in welchem also der blättrige Bestandtheil vorherrscht, schwindet stärker als graues, in welchem Graphit neben dem körnigen Bestandtheil besonders vortritt. Jenes zieht sich um circa 3 Prc. der linearen Ausdehnung, dieses um 1 bis $1^1/_2$ Prc. derselben zusammen.

Dieser Unterschied im Schwindmaass ist hauptsächlich begründet: einmal durch die verschiedene chemische Zusammensetzung, dann durch die verschiedenen Ausdehnungs- resp. Zusammenziehungscoefficienten, welche Krystallisationen verschiedener Achsensysteme stets erkennen lassen.

2) Rasch erstarrendes Roheisen schwindet weniger stark, als langsam abgekühltes und wird gleichzeitig spröde und unhaltbar.

Der Grund dieser auffallenden Erscheinung, die übrigens selten richtig erkannt worden ist, liegt in einer mehr oder minder vollkommenen Ausbildung der Krystallindividuen, welche das Gefüge zusammensetzen. Finden dieselben durch langsame Abkühlung Zeit, sich gehörig zu gruppiren, so entsteht ein dichteres Aufeinanderlegen der einzelnen Körner und die Poren werden kleiner. Dazu kommt noch, dass ein langsam erstarrendes Roheisen eine bequeme Aneinanderlegung der Krystalle gestattet, welche auch nachher ein vollkommenes Schwinden ohne gegenseitige Sperrung ermöglicht.

Nachtrag zu §. 119, S. 184.

Im Bezug auf die an der angeführten Stelle berichtete Eigenthümlichkeit des Eisens ist noch Folgendes nach einer später eingetroffenen handschriftlichen Mittheilung des Oberhütteninspektor Schott zu Ilsenburg zu berichten.

Man hat den Grund dieses in vielen Giessereien beobachteten sogenannten „Anbrandes“ bislang nicht auffinden können. Oberhütteninspektor Schott weist in einem Briefe an den Verfasser auf eine Erscheinung hin, die ihm bei seinen verschiedenen Schmelzversuchen entgegengetreten ist und eine Erklärung für die Entstehung dieses „Anbrandes“ gewähren möchte.

Bereits früher, bei gelegentlicher Besprechung des beim flüssigen Eisen sich zeigenden Verhaltens, hat derselbe auf ein Verfahren aufmerksam gemacht, durch Messung der Temperaturunterschiede des Wassers, in das eine bestimmte Menge flüssigen Eisens gegossen ist, die Temperaturunterschiede des flüssigen und festen Eisens zu finden. Gleichzeitig hob derselbe die hierbei zur Mitwirkung kommenden bedeutenden Differenzen der Schmelzpunktstemperaturen hervor und die Verbindung verschiedener Schmelztemperaturen mit verschiedenen Eigenschaften unter den Roheisensorten.

Mit den niedrigeren Schmelzpunkten ist nun eine noch wenig beachtete Erscheinung verbunden, welche dem Grunde nahe steht, der das Austreten der kleinen Körner auf den glatten Flächen der Gusswaaren veranlasst.

Bei der Darstellung von Herdguss geschah es nämlich, dass aus Cupolofeneisen gegossene Ofenplatten hohle Blasenräume zeigten, wie sie unter der Rinde von abgebackenem Brote vorkommen und dass, wo dieses nicht der Fall war, eine Reihe Kugeln auf der Oberfläche erschienen.

Schott vergleicht das Verhalten dieses eine niedere Schmelztemperatur besitzenden Roheisens mit dem unreinen Wismuth, welches durch verzögertes Schmelzen zur Absonderung des reinen Metalls gebracht und so raffinirt wird.

Die geringe Temperatur, welche das Eisen in den Harzer Cokes-Cupolöfen älteren Baues erreicht, verursacht eine nur unvollkommene Mischung der Bestandtheile und ein rasches Erstarren einzelner derselben. Zunächst erhärtet die obere Fläche, dann die untere und diese, welche naturgemäss ihre latente Wärme nach oben und unten zugleich abgiebt, wird sehr rasch

stärker als die obere und zieht dieselbe krumm, indem sich zwischen beiden eine Raumerweiterung vollzieht, die jenen flachen Blasenraum bildet.

Das flüssig gebliebene Eisen erstarrt z. Th. in Krystallen vollkommen frei, z. Th. wird es durch die sich noch mehr an einander schliessenden Rinden der Ober- und Unterfläche durchgepresst, wobei der cellulare Zustand einer Krystallkruste die Möglichkeit der Passage giebt.

Eine blosse Ueberhitzung solchen Eisens ist nach Schott das einfachste Mittel, dem Uebel abzuhelfen.

bb) Calorische Grundlehren zur Beurtheilung der Apparate.

§. 152. Nachdem im Hinweis auf die im I. Bd. enthaltene Beschreibung der einzelnen Schmelzapparate, eine Darlegung verschiedener Betriebsweisen und Resultate derselben erfolgte und von einem allgemein gehaltenen Vergleich derselben mit theoretisch ermittelten Leistungswerthen beschlossen wurde, soll nun mit Bezugnahme auf verschiedene neuere Arbeiten eine kurze Analyse der technisch angewandten Verbrennungsprocesse und ihrer Wirkungen angestellt werden.

Die Brennstoffe, welche in Betracht kommen, sind vorzugsweise Cokes und Steinkohlen; Holzkohlen, Holz, Braunkohlen und Torf kommen selten vor, und lassen sich auch ganz leicht unter Einführung anderer durch Versuche gefundener Werthe auf die allgemeinen hier zu entwickelnden Grundsätze zurückbeziehen.

Die Verbrennung der obigen beiden Klassen von Brennstoffen geschieht in der Praxis theils unter Anwendung gewöhnlichen oder durch Essen verstärkten Luftzuges, theils unter Benutzung von Gebläseluft.

Die Tiegelöfen werden mit dem gewöhnlichen Zug einer mässig hohen Esse betrieben, während die Flammöfen stets hohe Essen von bedeutender Zug-

kraft besitzen; die Schachtöfen, ihrer hohen Schmelzsäule wegen, werden vorzugsweise durch Gebläseluft gespeist. Es kommen aber auch Abweichungen von diesen Regeln vor; es giebt Tiegelöfen und Flammöfen mit Unterwind sowie Schachtöfen mit Zugessen oder Dampfstrahl. In jüngster Zeit hat man zu Schmelzung von Stahl- und Schmiedeeisenabfällen Schmelzöfen construirt, in denen durch sehr hohe Pressung Temperaturen hervorgebracht werden, welche von denen der gewöhnlichen Giessereiapparate bedeutend abweichen. Diese Hochdrucköfen, welche von H. Bessemer zuerst erbaut und angewendet wurden — haben gewiss eine bedeutende Zukunft, sobald man sich mit ihrer Behandlung etwas mehr bekannt gemacht haben wird.

Die Verbrennung und ihre Erscheinungen.

§. 153. Die aufgeführten Brennstoffe, in höhere Temperaturen versetzt, entzünden sich und verbrennen bei hinreichendem Luftzutritt vollkommen, indem sie Kohlensäure und Wasser bilden.

In der Praxis ist dieses aus verschiedenen Gründen nicht immer gleich; es können ausser den schon genannten Produkten sich auch noch Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe bilden, ersteres vorzugsweise bei nicht hinreichendem Luftzutritt und letztere, sobald die Temperatur nicht hoch genug ist.

Die Wirkung der Verbrennungsprozesse lässt sich in verschiedener Weise auffassen, die frei werdende, zu benutzende Wärme verschieden ausdrücken und bestimmen.

Ein absolutes Maass dafür giebt es nicht; dadurch, dass man eine bestimmte Leistung als Grundlage von Vergleichungen annahm, erschien es aber möglich, ein relatives Maass aufzustellen und entweder einen Brennstoff auf verschiedene Wirkungswerthe oder einen Wirkungswerth auf verschiedene Brennstoffe zu beziehen.

Die Resultate, d. h. die Wirkungen der Verbrennungsprozesse, die freigewordenen Wärmemengen werden ausgedrückt

in Beziehung zu dem Gewicht der Brennstoffe,
in Beziehung zu dem Volumen derselben,
in Beziehung zu der erzielten Temperatur.

Die erste Beziehung ergiebt den Werth, den man gewöhnlich als absoluten Wärmeeffekt bezeichnet und welcher in verschiedener Weise theils durch Versuche, theils durch Rechnung ermittelt werden kann.

Die zweite Beziehung wird ausgedrückt durch den spezifischen Wärmeeffekt und dieser Werth lässt sich aus dem vorigen einfach durch Rechnung finden, indem man den letzteren mit dem spezifischen Gewicht des Brennstoffs multiplicirt.

Die dritte Beziehung oder der pyrometrische Wärmeeffekt lässt sich am besten durch Rechnung finden, da direkte Messungen der Temperatur, wegen des Mangels geeigneter Instrumente, keine zuverlässigen Resultate geben.

Für die beiden ersten Werthsbezeichnungen hat man die sogenannten Wärmeeinheiten, Calorien, als Einheitsmaass adoptirt — für die dritte Beziehung bedient man sich der Temperaturgrade des gewöhnlichen Thermometers.

Für die Calorien nahm man bekanntlich diejenige Wärmemenge als Maass an, welche nothwendig ist, um 1 Gewichtstheil Wasser — gewöhnlich 1 Pfd. — um 1° des 100theiligen Thermometers zu erwärmen.

§. 154. Der absolute Wärmeeffekt kann ermittelt werden:

1) durch die von Rumford angegebene Methode, indem bestimmt wird, welche Gewichtsmenge Wasser von 0°, durch die Verbrennungswärme von einem Gewichtstheil Brennstoff, auf 100° erhitzt werden kann.

Hiernach ist z. B. früher gefunden worden, dass von

1	Gewichtstheil	Wasserstoff	236	Theile Wasser
1	„	Kohlenstoff	78	„ „
1	„	Holzkohle	75	„ „

1 Gewichtstheil	guter Steinkohle	60	Theile	Wasser
1 „	trocknem Holz	36	„	„
1 „	Torf	25—30	„	„

von 0° auf 100° gebracht werden.

Anders berechnet, ergaben sich für je einen Gewichtstheil Brennstoff und 1° C. Temperaturzunahme:

bei Wasserstoff	23,600	Gewichtsth.	Wasser
rund	24,000	„	„
„ Kohlenstoff	7,800	„	„
„ Holzkohle	7,500	„	„
„ guter Steinkohle	6,000	„	„
„ trockenem Holz	3,600	„	„
„ Torf	2,500—3,000	„	„

Diese Zahlen entsprechen den begrifflichen Voraussetzungen für die Wärmeeinheiten und ergeben sofort die Summen derselben für die einzelnen Fälle.

Die mitgetheilten Zahlen sind aber durch neuere Untersuchungen nicht bestätigt worden, nachdem bereits bei der Bestimmung der Wärmeeffekte für brennbare Gase sich bedeutende Differenzen in den Resultaten ergeben hatten.

Die Werthe betragen nach den neuen Arbeiten

für Wasserstoff = 34,000 W.-E. (nach Scheerer 36,000 W.-E.)

für Kohlenstoff = 8,000 W.-E. bei vollkommener Verbrennung,

für Kohlenstoff = 2,400 W.-E. bei Verbrennung zu Kohlenoxyd.

Dagegen sind die Wärmeeffekte für Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff noch nicht in hinreichender Uebereinstimmung gefunden worden, sondern differiren in den verschiedenen Untersuchungen noch immer bedeutend.

2) Durch das von Berthier angegebene, auf das Welter'sche Gesetz*) gegründete Verfahren — die

*) Das durch neuere Bestimmungen gestürzte Welter'sche Gesetz lautet:

Die aus verschiedenen Brennstoffen beim Verbrennen entwickelten Wärmemengen stehen unter sich genau in demselben Verhältniss, wie die Sauerstoffmengen, welche diese Brennmaterialien dabei absorbiren.

Sauerstoffmenge zu bestimmen, welche bei der vollkommenen Verbrennung eines Brennstoffs gebunden wird. Dadurch, dass man ein Metalloxyd von reiner Beschaffenheit und nicht zu strengflüssigem Radikal (z. B. Bleiglätte) mit dem Brennstoff mengt und einer höhern Temperatur aussetzt, erhält man einen Metallregulus, dessen Gewicht um so grösser ist, je mehr brennbare, also wärmegebende Bestandtheile sich im Brennstoff vorfinden.

Sobald indessen in dem zu untersuchenden Brennmaterial sich bituminöse Substanzen vorfinden, ist die Berthier'sche Probe nicht gut anzuwenden; für Produkte der Köhlerei und Cokerei dagegen ist kein anderes Verfahren rascher und bequemer.

Der spezifische Wärmeeffekt, der selten angewandt wird, kann auf die im vorigen Paragraph angedeutete Weise mit Hilfe des spezifischen Gewichtes aus dem experimentell gefundenen Werth für den absoluten Wärmeeffekt abgeleitet werden.

§. 155. Der pyrometrische Wärmeeffekt oder der Grad der Temperatur, der bei vollständigster Verbrennung eines Brennstoffes hervorgebracht wird, lässt sich durch Rechnung am annäherndsten bestimmen.

Direkte Messungen durch Pyrometer würden brauchbare Resultate nur dann geben, wenn die genannten Messapparate zuverlässig wären und wenn das Verhältniss zwischen den Pyrometer- und Thermometergraden genau ermittelt werden könnte.

Das Verbrennungsprodukt nimmt selbstverständlich alle Wärme auf, welche beim Verbrennungsprozesse entwickelt wird oder, mit den Worten Scheerer's: *)

Das Verbrennungsprodukt ist der Träger der sämmtlichen durch den Verbrennungsprozess entwickelten Wärmemenge.

*) Metallurgie Bd. I. S. 145.

Auf diesen Satz gründet sich jede Berechnung des pyrometrischen Wärmeeffektes, indem man den bekannten absoluten Wärmeeffekt benutzt, um das Quantum des um 1° C. erwärmten Wassers und danach umgekehrt die Temperaturerhöhung einer Einheit Wasser zu bestimmen, die derselben Wärmequelle ausgesetzt wird. Diese Temperatur reduzirt sich, indem man die Wasserquantität der Quantität der Verbrennungsprodukte aus 1 Gewichtstheil Brennstoff gleich setzt. Führt man nun noch die Werthe der spezifischen Wärme ein, so bekommt man den Ausdruck für den pyrometrischen Wärmeeffekt.

So berechnet sich derselbe z. B. für den Kohlenstoff wie folgt:

1 Theil Kohlenstoff braucht zur vollständigen Verbrennung zu Kohlensäure $2^2/_3$ Theile Sauerstoff und entwickelt dabei (den absoluten Wärmeeffekt des letzteren auf 3000 W.-E. festgesetzt) 8000 W.-E. d. h. erhitzt 8000 Theile Wasser um 1° oder 1 Theil Wasser um 8000° C. Da sich $3^2/_3$ Theile Kohlensäure bilden, so muss auch ein gleiches Quantum Wasser in Rechnung gestellt werden. Dieselbe Menge Kohlenstoff, welche 1 Theil Wasser auf 8000° C. erhitzt, würde $3^2/_3$ Theile auf $\frac{3}{11} . 8000^0 = 2182^0$ C. erhitzen und die Temperatur der Verbrennungsprodukte wäre dieselbe, sobald die Werthe der spezifischen Wärme dieselben sein würden.

Sie betragen aber für die Kohlensäure 0,2210 (das Wasser = 1 gerechnet), weshalb sich die gesuchte Temperatur auf $\frac{2182}{0,2210} = 9873^0$ C. stellt — dem pyrometrischen Wärmeeffekt des Kohlenstoffs bei seiner Verbrennung in reinem Sauerstoff.

Für die Ermittelungen der pyrometrischen Wärmeeffekte einfacher und zusammengesetzter Brennstoffe in einfachen oder zusammengesetzten Medien giebt Scheerer ausführliche Anleitung, die wir hier übergehen, da diese Temperaturbestimmungen überhaupt

von geringerer Wichtigkeit für die uns beschäftigenden Fragen sind.

Es mögen indessen die in solcher Weise bestimmten Werthe (Scheerer I, S. 386) für einige Gase noch Platz finden.

	im Sauerstoff	in der Luft
Kohlenstoff	9873°	2458°
Kohlenoxyd (Dulong, Favre und Silbermann)	7090°	2828°*)
Kohlenoxyd (Dalton u. Grassi)	5316°	2121°**)
Oelbildendes Gas	6308°	2290°
Grubengas	4766°	1935°
Wasserstoff	4073°	2080°

§. 156. Für die Praxis kann man von den mitgetheilten Werthen für die 3 Wärmeeffekte nur unter Anwendung gewisser Correktionen Gebrauch machen, die sich auf folgenden Erfahrungssatz gründen.

Alle Brennstoffe entwickeln bei der Verbrennung mehr oder weniger Wasserdämpfe, die in der hohen Temperatur der Feuergase nicht condensirbar, eine ihrem Quantum proportionale Wärmemenge latent aufnehmen und dem Effekt des Brennstoffes wirklich entziehen.

Diese Correktion wird in folgender Weise zur Ausführung gebracht:

Es ist durch Versuche ermittelt, dass die zur Verdampfung eines Gewichtstheils 100° heissen Wassers erforderliche Wärmemenge annähernd $5^1/_2$ mal so gross ist als diejenige, die erfordert wird, um einen Gewichtstheil Wasser von 0° bis auf 100° zu erhitzen.

Dem zufolge ist nichts nöthig, als die ganze Quantität des in dem Brennstoff vorhandenen (hygroskopischen sowohl als gebundenen) und durch die Verbrennung gebildeten Wassers mit $5^1/_2 \times 100 = 550$ zu multipliciren und das erhaltene Produkt von dem früher bestimmten absoluten Wärmeeffekt zu subtrahiren.

*) Dulong u. A. fanden den absoluten Wärmeeffekt des Kohlenoxyds = 2403—2466.

**) Dalton und Grassi hatten 1857—1876 gefunden.

Scheerer hat auf S. 374 (Metallurgie Bd. I) eine auch in vielen anderen Beziehungen nützliche Tafel der corrigirten Wärmeeffekte verschiedener Brennstoffe, und auf S. 378 einen Auszug daraus nebst einigen der interessanteren Schmelzpunkte nach Daniell's und Plattner's Bestimmungen gegeben; zum Anhalt künftiger Rechnungen sind beide in den folgenden Paragraphen unverändert abgedruckt.

Bei den absoluten Wärmeeffekten ist der des Kohlenstoffs = 1 angenommen worden; die Werthe für den spezifischen Wärmeeffekt sind Produkte aus den absoluten Wärmeeffekten und den betreffenden spezifischen Gewichten; die pyrometrischen Wärmeeffekte sind in Centigraden angegeben.

Wo für einen Wärmeeffekt zwei Zahlen aufgeführt sind, bezieht sich die obere auf die Annahme des Welter'schen Gesetzes — die untere ist dagegen mit Zugrundelegung der Dulong'schen Versuche, in Bezug auf den absoluten Wärmeeffekt des Wasserstoffs — bei den gasförmigen auf den des Kohlenoxyds, Kohlenwasserstoffs und ölbildenden Gases berechnet worden.

§. 157. Tafel der corrigirten Wärmeeffekte verschiedener Brennstoffe:

Benennung der Brennstoffe.	Wärmeeffekt absoluter	Wärmeeffekt spezifischer	Wärmeeffekt pyrometrischer
1) Holz.			
Lufttrocknes H. (mit 20 Prc. hygr. Feuchtigkeit)	0,36	—	1575
Halb gedarrtes H. (mit 10 Prc. hygr. Feuchtigkeit)	0,41	—	1675
Gedarrtes H. (frei von hygr. Feuchtigkeit)	0,47	—	1750
Weissbuche *)	—	0,28	—
Steineiche	—	0,26	—
Stieleiche	—	0,25	—
Esche	—	0,24	—
Ahorn, Birke, Vogelbeere	—	0,23	—
Rothbuche, Rosskastanie, Ulme, Mehlbeere	—	0,21	—
Kiefer, Erle	—	0,20	—
Saalweide	—	0,19	—
Baumweide	—	0,18	—
Edeltanne, Fichte, Lärche	—	0,17	—
Linde, Zitterpappel	—	0,16	—
Schwarzpappel, Italienische Pappel	—	0,14	—
2) Torf.			
Nicht völlig lufttrockner T. (mit 30 Prc. hygr. Feucht. u. 10 Prc. Asche)	0,35 0,37	— —	1500 1575
Bester lufttrockner T. (mit 25 Prc. hygr. Feucht. u. ohne Asche)	0,45 0,47	— —	1675 1750

*) Die spezifischen Wärmeeffekte aller dieser Hölzer beziehen sich auf den lufttrockenen Zustand derselben.

Benennung der Brennstoffe	Wärmeeffekt absoluter	Wärmeeffekt spezifischer	Wärmeeffekt pyrometrischer
Gedarrter Torf (ohne hygr. Feucht. u. mit 14 Prc. Asche)	0,53 0,55	— —	1875 1975
Bester gedarrter Torf (ohne hygr. Feuchtigkeit und Asche)	0,62 0,65	— —	1950 2000
3) Braunkohle.			
Lufttrockne fasrige B. (20 Prc. hygr. Feucht. und ohne Asche) . . .	0,47 0,48	0,54 0,55	1750 1800
Dieselbe (20 Prc. hygr. Feucht. u. 10 Prc. Asche)	0,42 0,43	— —	— —
Lufttrockne erdige B. (20 Prc. hygr. Feucht. und ohne Asche)	0,58 0,61	0,75 0,79	1875 1975
Dieselbe (20 Prc. hygr. Feucht. und 10 Prc. Asche)	0,52 0,55	— —	— —
Lufttrockne muschlige B. (20 Prc. hygr. Feucht. u. ohne Asche) . .	0,65 0,69	0,78 0,83	1925 2050
Dieselbe (20 Prc. hygr. Feucht. und 10 Prc. Asche)	0,58 0,62	— —	— —
Gedarrte fasrige B. (20 Prc. hygr. Feucht. und ohne Asche)	0,60 0,61	— —	1975 2050
Dieselbe (20 Prc. hygr. Feucht. und 10 Prc. Asche)	0,54 0,55	— —	— —
Gedarrte erdige B. (20 Prc. hygr. Feucht. und ohne Asche)	0,73 0,76	— —	2025 2125
Dieselbe (20 Prc. hygr. Feucht. und 10 Prc. Asche)	0,66 0,69	— —	— —
Gedarrte muschelige B. (20 Prc. hygr. Feucht. und ohne Asche)	0,81 0,85	— —	2100 2200

Benennung der Brennstoffe.	Wärmeeffekt absoluter	Wärmeeffekt spezifischer	Wärmeeffekt pyrometrischer
Dieselbe (20 Prc. hygr. Feucht. und 10 Prc. Asche)	0,73 0,76	— —	— —
4) Steinkohle.			
Sandkohle*)	0,75 0,79	1,00 1,06	2075 2200
Sinterkohle	0,83 0,89	1,08 1,16	2100 2250
Backkohle	0,87 0,93	1,10 1,17	2125 2300
Anthracit	0,92 0,96	1,38 1,44	2250 2350
5) Holzkohle.			
Lufttrockne Schwarzkohle (12 Prc. hygr. Feucht. und 3 Prc. Asche)	0,97	—	2450
Völlig trockne Schwarzkohle (3 Prc. Asche)	0,84	—	2350
Lufttrockne Rothkohle (10 Prc. hygr. Fencht. und 1½ Prc. Asche)	0,72	—	2200
Völlig trockne Rothkohle	0,64	—	2100
Birkenkohle**)	—	0,20	—
Eschenkohle, Elsbeerkohle	—	0,19	—
Rothbuchenkohle, Weissbuchenkohle, Ulmenkohle	—	0,18	—
Rothtannenkohle	—	0,17	—
Ahornkohle	—	0,16	—

*) Diese und die folgenden Steinkohlensorten sind zu 5 Prc. Aschengehalt und 5 Prc. hygr. Feucht. angenommen.

**) Bei allen diesen Holzkohlenarten, von denen der spez. Wärmeeffekt angegeben ist, wurden 3 Prc. Asche und keine hygr. Feucht. angenommen.

Benennung der Brennstoffe.	Wärmeeffekt absoluter	spezifischer	pyrometrischer
Eichenkohle, Birnbaumkohle . .	—	0,15	—
Erlenkohle	—	0,13	—
Lindenkohle	—	0,10	—
6) Torfkohle.			
Schlechteste lufttrockne Torfkohle (10 Prc. hygr. Feucht. u. 56 Prc. Asche)	0,85	—	2050
Beste lufttrockne Torfk. (10 Prc. hygr. Feucht. u. 4 Prc. Asche)	0,33	—	2350
7) Cokes.			
Gute Cokes (10 Prc. hygr. Feucht. u. 5 Prc. Asche)	0,34	—	2350
Vorzügliche Cokes (5 Prc. hygr. Feucht. u. 3 Proc. Asche) . .	0,92	—	2400
Dieselben (ohne hygr. Feucht. und 3 Prc. Asche)	0,97	—	2450
Sandcokes*)	—	0,46	—
Sintercokes	—	0,41	—
Backcokes	—	0,33	—
8) Gasförmige Brennmaterialien. (Gichtgase.)			
Holzkohlengas A.	0,081	0,000105	1250
	0,108	0,000140	1675
Holzkohlengas B.	0,060	0,000078	1075
	0,080	0,000104	1450

*) Die Berechnung der spez. Wärmeeffekte der Sand-, Sinter- und Backcokes geschah unter der Voraussetzung, dass dieselben etwa 5 Prc. Asche und keine hygr. Feucht. enthalten.

Benennung der Brennstoffe.	Wärmeeffekt absoluter	Wärmeeffekt spezifischer	Wärmeeffekt pyrometrischer
Cokesgas	0,077	0,000100	1275
	0,107	0,000139	1750
Steinkohlengas	0,162	0,000211	1475
	0,205	0,000267	1850
Generatorgase.			
Holzkohlengas	0,079	0,000103	1250
	0,115	0,000150	1775
Holzgas I.	0,095	0,000124	1325
	0,136	0,000177	1850
Holzgas II.	0,084	0,000109	1150
	0,124	0,000161	1575
Torfgas	0,063	0,000082	1075
	0,092	0,000120	1525
Cokesgas	0,075	0,000098	1250
	0,110	0,000143	1775

§. 158. Tafel der hauptsächlichsten Wärmeeffekte und Schmelzpunkte.

	Wärmeeffekt absoluter	Wärmeeffekt spezifischer	Wärmeeffekt pyrometrischer (u. Schmelzpunkte)	
Zinn, Wismuth, Blei, Zink u. Antimon schmelzen	—	—	230—512°	E.
Rothe Glätte schmilzt (P)*)	—	—	954°	„
Rohstein, Bleistein und Kupferstein (P)	—	—	1000—1050°	„
Silber (D)	—	—	1023°	„
Schwarzkupfer (P)	—	—	1027°	„
Gold (D)	—	—	1102°	„
Kupfer (P)	—	—	1173°	„

*) Die Versuche Plattner's sind mit (P) besonders bezeichnet, die von Daniell mit (D).

	Wärmeeffekt absoluter	spezifischer	pyrometrischer (u. Schmelzpunkte)
Bleischlacke und Bleisteinschlacke (P)	—	—	1315—1330° E.
Rohschlacke (P)	—	—	1330—1360° „
Schwarzkupferschlacke (P)	—	—	1345° „
Eisenhochofenschl. (P)	—	—	1390—1430° „
Gasförmige Brennmaterialien	0,060—0,162	0,00008—0,00021	1075—1475° „
	0,080—0,205	0,00100—0,00027	1450—1850° „
Gusseisen	—	—	1500—1700° „
Holz	0,36—0,47	0,14—0,28	1575—1750° „
Torf	0,35—0,62	—	1500—1950° „
	0,37—0,65	—	1575—2000° „
Stahl	—	—	1700—1900° „
Braunkohle	0,42—0,81	—	1750—2100° „
	0,43—0,85	—	1800—2200° „
Dieselbe ohne Asche	—	0,54—0,78	—
	—	0,55—0,83	—
Stabeisen	—	—	1900—2100° „
Steinkohle (5 Prc. hygr. Feucht. und 5 Prc. Asche)	0,75—0,92	1,00—1,38	2075—2250° „
	0,79—0,96	1,06—1,44	2200—2350° „
Torfkohle	0,33—0,85	—	2050—2350° „
Holzhohle	0,64—0,97	0,10—0,20	2100—2450° „
Cokes (nicht über 5 Prc. Asche)	0,84—0,97	0,33—0,46	2350—2450° „
Platin (P)	—	—	2534° „

§. 159. Zum Verständniss dieser und der vorigen Tabelle ist es erforderlich, ausser den Rücksichten, die sich auf spezielle Eigenthümlichkeiten der Brennstoffe beziehen, noch folgende Punkte zu beachten.

1) Die Werthe für alle drei Wärmeeffekte sind gewissermaassen **Maxima**, da stets die vollkommenste Verbrennung bei ihrer Evaluation vorausgesetzt gewesen ist.

Man kann sie also für die Praxis nicht in der genannten Höhe verwerthen, und es geht bereits aus unseren Berechnungen praktischer Fälle hervor, wie abweichend sowohl die Leistung selbst als auch die nachtheiligen Einflüsse bei derselben sich gestalten.

Der Aschengehalt der Brennstoffe, ihre respektiven Antheile an den brennbaren Elementen — endlich die Construktion der Apparate und die Verbrennungsmodalitäten — Alles tritt zusammen, um das Maximalresultat zu verkleinern.

2) Dieselben Werthe erscheinen aber in anderer Beziehung als Mittelwerthe, insofern nämlich der Verlauf der Verbrennung verfolgt wird und man die successiven in dem Brennstoffe vorsichgehenden qualitativen Veränderungen berücksichtigt.

Bei der Berechnung der Resultate für den Flammofenbetrieb haben wir bereits die Verbrennung in zwei Abschnitte getheilt, der trockenen Destillation und der definitiven Verbrennung des gebildeten Cokes und für jede Periode die absoluten Wärmeffekte nach der chemischen Zusammensetzung berechnet — daneben aber auch die für jene Brennstoffe (Steinkohlen von Mons und Newcastle) durch directe Versuche gefundenen Mittelwerthe hingestellt und mit jenen verglichen, die noch etwas höher ausgefallen waren.

Scheerer (S. 379) macht auf den interessanten Fall aufmerksam, dass es von vornherein unglaublich erscheine, bei Holz Gusseisen zu schmelzen, sobald man lediglich die Werthe der Tabellen in Betracht zöge. Die Resultate der Wirklichkeit liessen sich nur erklären, indem man die Verbrennung in Stadien zerlege und damit die Steigung des pyrometrischen Wärmeeffektes in Verbindung bringe. Rohes lufttrocknes Holz (1575°) giebt zunächst gedarrtes Holz (1750°), dann Rothkohle (2100—2200°) und schliesslich Schwarzkohle (2350—2450°), während strengflüssiges Gusseisen nach Scheerer oft bei 1700° schmilzt, nach unserem Dafürhalten aber bis 2200° beanspruchen kann, um giessbar zu werden.

3) Der Aschengehalt influirt in der Praxis sehr bedeutend dadurch, dass der Rost verstopft wird, die Aschen auch ein namhaftes Wärmequantum binden und, ausserhalb des Ofens, verlieren.

4) Ein hoher Gehalt an Kohlenwasserstoffen bei fetten Brennmaterialien trägt sehr viel dazu bei, die Resultate schwankend zu machen, und steigert die Differenz der Temperaturen am Anfange und am Ende der Verbrennung aus ähnlichen Gründen wie bei No. 2.

5) Gasförmige Brennstoffe enthalten, aus den Generatoren austretend, eine Menge Wasser, dessen Zersetzung ähnlich wirkt, wie die trockne Destillation der rohen Brennstoffe.

Vermindert werden die Schwankungen durch sofortigen Gebrauch der aus dem Generator tretenden erhitzten Gase, oder durch Condensation und nachherige Erhitzung mittelst des Regenerativsystems.

Zum Beschluss der vorhergehenden Betrachtungen mögen noch einige für die calorischen Berechnungen wichtige Daten folgen.

§. 160.

1) Spezifische Wärme.

	Nach de la Roche u. Berard.
Wasser	1,000
Wasserdampf	1,847
Stickstoff	0,275
Kohlenoxyd	0,288
Kohlensäure	0,221
Sauerstoff	0,236
Wasserstoff	3,294
Oelbildendes Gas	0,421
Atmosphärische Luft	0,267
Asche der Brennmateralien, nach Schätzung	0,200

2) Spezifisches Gewicht.

	Nach de la Roche u. Berard.
Atmosphärische Luft	1,0000
Stickstoff	0,9757
Kohlensäure	1,5245
Kohlenoxyd	0,9678
Wasserstoff	0,0688
Grubengas	0,5589
Oelbildendes Gas	0,9852

3) Verbrennungs-Produkte.

a) In Gewichtstheilen.

Gwthl.			Gwthln.		Gwthl.	Gwthl.
1	C	verbrennt mit	2,67	0 zu		3,67 C
1	C	„ „	1,33	0 „		2,33 $\dot{C}$
1	C	„ „	0,57	0 „		1,57 $\ddot{C}$
1	H_4C	„ „	4,00	0 „	2,25 H_2O u.	2,75 $\ddot{C}$
1	H	„ „	8,00	0 „	9,00 H_2O	

b) In Volumtheilen.

Volthl.			Volthl.		Volthl.	Volthl.
1	$\dot{C}$	verbrennt mit	$^1/_2$	0 zu		1 $\ddot{C}$
1	H	„ „	$^1/_2$	0 „		1 $\underline{\dot{H}}$
1	CH^2	„ „	3	0 „	2 H_2O u.	2 $\ddot{C}$

4) Absolutes Gewicht der Luft.

1 Litre atmosphärischer Luft wiegt bei 28 Z. Bar. u. 0° E 1,295 Grm.

Die spezifischen Gewichte der angeführten Gasarten werden besonders gebraucht, um aus einer sich auf das Volum beziehenden Zusammensetzung gasförmiger Brennmaterialien die Zusammensetzung nach

dem Gewichte abzuleiten, welche letztere erfordert wird, wenn es sich um die Berechnung der Wärmeeffekte nach den hier gegebenen Formeln handelt.

Die Verbrennungserscheinungen in den Apparaten; ihre Steigerung durch construktive Mittel.

§. 161. Aus den früher entwickelten Rechnungen geht hervor, wie wenig der Effekt der in den Schmelzapparaten der Giessereien ausgeführten Verbrennungsprozesse den theoretischen Voraussetzungen entspricht; es wurde bereits mehrfach angedeutet, welche Verlustquellen muthmaasslich die Leistung des Brennstoffes scheinbar vermindern, indessen sind nicht alle Faktoren erwähnt resp. in Rechnung gezogen worden, weil es angethan schien, alle dergleichen in das theoretische Gebiet überführende Spekulationen thunlichst zu vereinigen, vorher aber die nothwendigen Voraussetzungen über Verbrennung und Wärmeeffekte, wie es jetzt geschehen, vorauszuschicken.

Da die Apparate des Giessereibetriebes in ihrer Arbeit von verschiedenen Grundlagen der Verbrennung ausgehen, ist es erforderlich, sie einzeln auch in dieser Beziehung zu betrachten.

Der einfache Tiegelofen mit blossem Luftzug — der mit Gebläse arbeitende Tiegelofen — der Gebläseschachtofen — der Zugschachtofen und der Flammofen mit blossem Luftzug — der Flammofen mit Unterwind — der Regenerativ-Gasofen — der Hochdruckofen endlich —: Alle haben einige Eigenschaften gemeinsam, andere nicht, so dass sie die Gegenstände eben so vieler einzelnen Betrachtungen ausmachen können.

Jene zum Theil gemeinsamen Eigenschaften aber geben einen Fingerzeig, wie die Betrachtung gegliedert werden kann, ohne die Uebersichtlichkeit zu verlieren. Wir sehen ausser den durch die Beschreibungen des ersten Bandes hinlänglich erläuterten constructiven Verschiedenheiten in der Disposition der

Ofenräume noch besondere Kennzeichen, die in der Steigerung der Verbrennungseffekte beruhen und mehreren Apparaten gemeinschaftlich sind.

Es sind dieses hauptsächlich die Essen, Windzuführungen und Dampfstrahlanlagen als Beförderungsmittel des natürlichen Zuges, dann die Vorbereitung der Brennmaterialien durch Erwärmung vor der Consumtion (z. B. bei den Regenerativöfen von Siemens).

Die Wirkungen dieser verschiedenen Hilfsmittel sind in Folge ihrer allgemeineren Verwendung zunächst zu besprechen.

Prinzip und Theorie der Essen.

§. 162. Das einfachste Mittel, die Energie der Verbrennung in einem Schmelzofen zu steigern, ist die Esse, deren allgemeine Construktionsprinzipien bereits im ersten Bande bei Gelegenheit der Beschreibung der Flammöfen Erwähnung gefunden haben.

Es bleibt hier nur noch übrig, einige präcisere Angaben über die Verhältnisse derselben zu machen.

Nach Scheerer (Metallurgie Bd. I. S. 398) lässt sich das Prinzip der Esse auf das Verhältniss zweier verschieden schwerer Fluida in den beiden Schenkeln eines communicirenden Rohres zurückführen und daraus die Geschwindigkeit des Luftzuges als Funktion der Höhe berechnen. Die theoretische Betrachtung führt zu der Formel

$$G = 7{,}90 \sqrt{h\left(\frac{1 + T \,.\, 0{,}003665}{1 + t \,.\, 0{,}003665} - 1\right)},$$

deren Ableitung bei Scheerer nachzusehen ist. Es bezeichnen hierbei

G die Geschwindigkeit einer auf T Grade erwärmten Luftmenge in einer Esse von h rheinländischen Fuss Höhe,

während die gewöhnliche Temperatur = t ist.

Dabei sind aber zwei wesentliche Umstände ausser Acht gelassen:

1) die an den Wänden der Esse stattfindende Reibung,
2) die Arbeit des aufsteigenden warmen Luftstromes, die derselbe beim Austreten aus der Essenmündung durch Verdrängen oder Heben der über jener befindlichen Luftsäule von gewöhnlicher Temperatur zu verrichten hat.

Beide Umsände, der letztere namentlich, wirken deprimirend auf den Effekt der Essen, so dass die obige Formel noch einen Coefficienten aufnehmen muss, den Versuche bestimmen müssen und der einstweilen mit ϱ bezeichnet werden könnte. Die Formel muss dann folgende Gestalt annehmen:

$$G = \varrho \,.\, 7{,}90 \sqrt{h \left(\frac{1 + T \,.\, 0{,}003665}{1 - t \,.\, 0{,}003665} - 1\right)}$$

Péclet's Versuche über die Verzögerung des Zuges, welche durch ϱ ausgedrückt ist, haben ermittelt, wenn D den Durchmesser und L die Länge d. h. Höhe der Esse über der Rostebene bedeutet:

Für gemauerte Essen:

$$\varrho = 1{,}998 \sqrt{\frac{D}{L + 4\,D}}$$

„ Essen von Eisenblech:

$$\varrho = 3{,}16 \sqrt{\frac{D}{L + 10\,D}}$$

„ Essen von Gusseisen:

$$\varrho = 4{,}47 \sqrt{\frac{D}{L + 20\,D}}$$

Dabei ist zu bemerken, dass bei quadratischen Essen D die Seite des Querschnitts, also den Durchmesser des im Quadrat eingeschriebenen Kreises bedeutet.

Bei dem Gebrauch der Formeln kommen indessen nach Scheerer noch mehrere Bedenken zur Berücksichtigung: die Temperatur T selbst, dann das Verhältniss der spezifischen Dichtigkeiten der gewöhnlich die Essen füllenden Verbrennungsgase und der atmo-

sphärischen Luft, schliesslich die Beeinträchtigung des Zuges in Folge der Rostanlage und der Beschüttung des Rostes.

1) Die Temperatur T ist nicht gleich in allen Zonen der Esse, lässt sich aber am leichtesten durch das Mittel der Temperaturen bestimmen, die man am unteren Theile und an der Mündung beobachtet.

2) Das normale Gasgemisch der Esse besteht bekanntlich aus Kohlensäure und Stickstoff, die sich, eine ausschliessliche Verbindung des Sauerstoffes in der Luft zu Kohlensäure vorausgesetzt, auf 21 Volumtheile Kohlensäure und 79 Volumtheile Stickstoff belaufen und in diesem Verhältnisse 1,09 als Ausdruck spezifischer Dichtigkeit haben.

Die Geschwindigkeit wird also nur 100/109 d. h. 0,92 von dem aus der Rechnung hervorgehenden Werth haben.

3) Die Reibung an den Roststäben und zwischen dem Brennmaterial, welche Scheerer noch erwähnt, ist nicht anders als durch Versuche zu finden, im Uebrigen aber würden die Resultate derselben von keinem besonderen Werthe sein, da in der Praxis die freien Rostflächen stets grösser gemacht werden als die Essenquerschnitte und während des Durchganges der Luft sich das Volumen durch die Aufnahme der brennbaren Bestandtheile der Kohlen u. s. w. beliebig verändern kann.

§. 163. Haben in Folge dieser Einwände die genannten Formeln keinen absoluten Werth für die Calkulation der Essenverhältnisse, so ist aus denselben doch mancher relative Nutzen abzuleiten.

1) Denkt man sich einen und denselben Verbrennungsprozess in Verbindung mit zwei verschieden hohen Essen gebracht, so werden T und t in der Formel

$$G = \varrho \cdot 7{,}90 \sqrt{h \left(\frac{1 + T \cdot 0{,}003665}{1 + t \cdot 0{,}003665}\right)}$$

gleich sein und die beiderseitigen Werthe für G den beiderseitigen Werthen von h entsprechen. Man kann,

unter Annahme einer besonderen Bezeichnung der zweierlei Werthe für G und h die Proportion setzen

$$G : g :: \sqrt{H} : \sqrt{h}.$$

Dieses Verhältniss in Worte gekleidet, besagt, dass: unter Nichtbeachtung der Friktion und der Wärmeableitung durch die Essenwände, sich der Zug in verschieden hohen Essen, *caeteris paribus*, wie die Quadratwurzeln der Höhen verhalte.

2) Die Grösse L der drei Péclet'schen Formeln für die Friktion der Gase in den Essen, welche die Länge der Essen bedeutet, kann nie kleiner sein als die Höhe h, wohl aber grösser. Der Coefficient ϱ wird um so kleiner ausfallen, je mehr L die Höhe h übertrifft, woraus hervorgeht, dass:

senkrechte Essen in Bezug auf Luftgeschwindigkeit in denselben am vortheilhaftesten sich zeigen.

3) Da der Werth für T das Mittel der Essentemperaturen am Anfang und am Ausgang ist, so muss T um so grösser sein, je weniger sich die Gase abkühlen können. In Folge dessen ergiebt sich, dass

der Zug um so stärker ist, je weniger sich die Gase in der Esse abzukühlen vermögen.

4) Vergleicht man t und T in ihrem Verhältnisse zu einander, so zeigt sich die Zuggeschwindigkeit G proportional der Differenz beider Temperaturen, woraus hervorgeht, dass

je grösser die Temperatur in der Esse und je kleiner ausserhalb, desto stärker der Zug sein wird.

5) Die Péclet'schen Formeln

$$\varrho = 1{,}998 \sqrt{\frac{D}{L + 4\,D}} \text{ für gemauerte Essen}$$

$$\varrho = 3{,}150 \sqrt{\frac{D}{L + 10\,D}} \text{ für Blechessen,}$$

$$\varrho = 4{,}470 \sqrt{\frac{D}{L + 20\,D}}$$ für gusseiserne Essen

ergeben, dass

unter gleichen Verhältnissen, eiserne Essen im Allgemeinen und unter gewöhnlichen Umständen besser ziehen als gemauerte.

Hierbei ist zu bemerken, dass, wenn das Resultat lediglich von der Friktion abhinge, die Blechessen den höchsten Werth von ϱ geben müssten; die starke Strahlung solcher dünner Blechessen verursacht aber die Verminderung.

Umgekehrt ist es im Bezug auf die steinernen Essen; hier prädominirt der deprimirende Einfluss der Reibungswiderstände jeden Vortheil, der aus der geringen Wärmestrahlung entspringt.

§. 164. Ausser den bereits im ersten Bande angeführten, ergeben sich für die Construktion und den Betrieb der Essen noch folgende Regeln aus den obigen theoretischen Deduktionen.

1) Die Esse muss senkrecht sein und eine möglichst grosse Höhe besitzen.

Aus der ersten Anforderung lassen sich auch alle Nachtheile ableiten, welche die Anlage schwach ansteigender oder horizontaler Füchse von zu grosser Ausdehnung begleiten. Die eigenthümlichen Erscheinungen, die sich bei der verschiedenartigen Zuführung der Füchse nach dem unteren Theile der Essen ergeben, lassen sich vielfach auf Obiges zurückführen.

2) Die Esse muss so angelegt sein, dass der Gasstrom noch hinreichend heiss in dieselbe gelangt, um sie erhitzen und schliesslich mit wenig verminderter Temperatur verlassen zu können.

Scheerer's Auffassung dieser Forderung ist nicht richtig, führt wenigstens zu ganz falschen Annahmen für die Praxis; er sagt wörtlich: „Dieselbe (die Esse) „muss eine solche Einrichtung haben, dass der heisse „Gasstrom in derselben sowohl eine möglichst hohe

„Temperatur erlangt, als auch dieselbe bis zur Essen-„mündung möglichst behält.“ Es ist klar, dass vom Erlangen einer hohen Temperatur in der Esse keine Rede sein kann, da das Maximum der Hitze, welche die Feuerungsanlage entwickelt, innerhalb des Ofens, also vor der Esse zur Ausnutzung kommen muss.

Was die Mittel anbetrifft, durch welche die obige Bedingung erreicht wird, so bestehen dieselben hauptsächlich aus folgenden Massregeln: Hinreichende Dicke der Essenwände, um gegen Strahlungsverluste zu schützen — Trockenhalten der Essen durch Decken aller Fugen gegen atmosphärische Niederschläge — Dichtigkeit der Essenwände, um das Einsaugen kalter Luft zu verhüten.

3) Die Innenflächen der Esse müssen möglichst wenig Friktion hervorrufen, also glatt sein und keinen unzweckmässigen Querschnitt haben.

Die wünschenswertheste Glätte der Esseninnenflächen würde durch Verkleiden derselben mit Eisenplatten hergestellt, wenn nicht das Eisen durch die Einwirkung der Essengase leicht zerstört und dann, mit rauhen Oxydüberzügen bedeckt, eben so viel Reibung hervorbringen würde, als Steinmauerwerk. Ein Futter von sauberen Verblendsteinen wird immer das Beste und wegen seiner Dauerhaftigkeit auch das Billigste sein. Die Querschnittsform ist, wenn nicht rund, doch jedenfalls quadratisch zu nehmen.

4) Alle Umstände sind zu vermeiden, welche dem schnellen Entweichen der Essengase hinderlich sein könnten.

Dahin gehören Schutzvorrichtungen gegen die Witterungseinflüsse: Essenhüte, Dächer u. s. w., die Isolirung der einzelnen in eine Esse mündenden Zugkanäle verschiedener Herde, wenigstens bis zu einer gewissen Höhe.

Windzuführung — Windpressung — Windmenge.

§. 165. Eine weitere Steigerung der Verbrennungsintensität, der Temperatur sowohl als auch der übrigen Wärmeeffekte findet durch die Anwendung comprimirter Luftströme statt, welche mit Hilfe von Gebläsen in die Verbrennungsherde geblasen werden. Die Einrichtungen dazu sind im ersten Bande ausführlich beschrieben worden, so dass hier nur noch präcise Daten über Berechnung und Bestimmung einiger für die calorischen Betrachtungen werthvoller Eigenschaften der Gebläseluft beizufügen sein werden.

Hält man die Erfahrung fest, dass die Erhöhung der Temperatur in einer bestimmten Ofenzone event. im ganzen Apparate durch Anwendung comprimirter Gebläseluft eintrete und dass weiter diese Erhöhung der Temperatur — unter sonst gleichen Umständen — von dem Grade der Pressung der Gebläseluft abhängt; — so erscheint es wichtig, zunächst die Messung der Luftcompression zu besprechen.

Indem die Einrichtung des Manometers im allgemeinen als bekannt vorausgesetzt wird, da jedes Lehrbuch der Physik darüber Auskunft geben kann, ist hier nur Einiges in Betreff der Füllung zu sagen. Gewöhnlich (und für sehr starke Pressungen ist es der Compendiosität wegen unbedingt vorzuziehen) gebraucht man hierzu das Quecksilber, welches 13,596 als spezifisches Gewicht besitzt; für geringere Pressungen wendet man auch das Wasser an, ohne dass man Nachtheile in Betreff der Genauigkeit verspürt hätte.

Soll heisser Wind gemessen werden, so ist klar, dass eine fortgesetzte Verbindung des Manometers mit der Windleitung beträchtliche Verluste des Füllmaterials durch Verdampfung und Alterationen des erwarteten Resultats durch Hinzutreten der Dampfspannungen zur Folge haben müsste. In solchem Falle gewährt Quecksilber nur geringe Vorzüge vor dem

Wasser; es muss durch Hahnabschluss das Spiel des Manometers von der Windleitung grösstentheils abgesperrt werden und darf nur vorübergehend die Verbindung stattfinden, worauf die Beobachtung des Standes der Flüssigkeit rasch zu folgen hat.

Für die Vergleichung der Beobachtungen bei Quecksilber- und Wassermanometern kann man sich der folgenden Formel bedienen, wo M den Stand des Quecksilber-, M' den des Wassermanometers, beide in Zollen anzeigt:

$$M = \frac{M'}{13{,}596}.$$

Eine andere Ausdrucksweise für die Grösse des Luftdruckes, als durch das Maass der Manometersäule wird gegeben, indem man den Druck in Gewichten, auf einen bestimmten Querschnitt bezogen, angiebt. Für das Verhältniss von Quecksilberzollen und Wasserzollen zu Pfunden pro Quadratzoll gilt folgende Gleichung:

$$0{,}5193\ M = \left(\frac{M'}{13{,}519}\right) 0{,}5193 = P.$$

Für Quecksilbermanometer speziell sind die Zahlen der Zolle ungefähr halb so gross als die Zahlen der ihnen entsprechenden Pfunde, also ist

1 Pfund etwa gleich $^1/_2$ Zoll } Pressung
1 Zoll „ „ 2 Pfund }

§. 166. Eine weitere Funktion bei der Betrachtung der Gebläseeffekte bildet die Geschwindigkeit der aus den Düsen austretenden Gebläseluft. Diese Geschwindigkeit ist eine Folge der Pressung und der Grad derselben grösstentheils von dem Grade der Pressung abhängig.

Die Temperaturerhöhung in einer bestimmten Ofenschachtzone wird nicht allein durch die Spannung hervorgebracht (obwohl, wie aus den weiter unten mitgetheilten Arbeiten von Schinz hervorgeht, die Intensität der Wärme in einem abgeschlossenen Raume durch die Spannung der denselben erfüllenden Gase gesteigert wird), sondern auch die Geschwindigkeit des Luftzutrittes hat grossen Antheil daran.

Nach Scheerer ist nämlich klar, dass innerhalb eines gegebenen, mit Kohlenstücken angefüllten Raumes in einer gegebenen Zeit desto mehr Kohlenpartikel verbrennen müssen, je schneller die gasförmigen Verbrennungsprodukte entfernt und durch neue atmosphärische Luft ersetzt werden.

Die Berechnung der Geschwindigkeit, welche an sich für die Praxis keinen Werth haben würde, wenn ihre Bestimmung nicht zur Ermittlung des ausgeblasenen Luftquantums erforderlich wäre, erfolgt unter der Voraussetzung, dass die Düse in einen Raum mündet, welcher dauernd mit gasförmigen Substanzen von gewöhnlicher atmosphärischer Spannung erfüllt ist. In wieweit diese Voraussetzung wirklich zutrifft, wird sich bei der Betrachtung des Schachtofenbetriebes zeigen; die von Scheerer*) u. A. mitgetheilten Formeln berücksichtigen keine anderen Correktionen des ungehinderten Luftausflusses als die barometrischen, thermometrischen und hygrometrischen sowie die in der Düsencontraktion begründeten.

Die endgiltig festgestellte Formel (deren Ableitung bei Scheerer nachzusehen ist) lautet:

$$G = 1158\,(1 - 0{,}084\sqrt{M})\,\sqrt{\frac{M}{B+M}\,(1 + t\,.\,0{,}003665)\,w}$$

und man hat, um sie auf einen praktischen Fall anzuwenden, in dieselbe einzuführen:

M den in Quecksilberzollen ausgedrückten Manometerstand,
B den in Quecksilberzollen ausgedrückten Barometerstand,
t die Temperatur der Gebläseluft in Centigraden,
w den hygrometrischen Correktionscoefficienten in Form des Verhältnisses zwischen dem Volum eines Theils trockner und dem eines gleichen Theils feuchter Luft, ersteres = 1 gesetzt.

*) a. a. O. I. S. 460 ff.

G ist dann die Geschwindigkeit der ausströmenden Gebläseluft in Fussen d. h. der in Fussen ausgedrückte Weg, den die aus der Düsenöffnung strömende comprimirte Luft in einer Secunde zurücklegt oder zurücklegen würde, wenn sie die Geschwindigkeit ihres ersten Ausströmungsmomentes beibehielte.

Den Coefficienten w kann man vernachlässigen, sobald es sich nicht um sehr genaue Bestimmungen handelt; sobald natürlich der Feuchtigkeitsgehalt der Gebläseluft sich bis zu einem abnormen Grade erhöht, muss man auch den Werth von w berücksichtigen.

Von Interesse ist noch die aus der citirten Formel abzuleitende Wahrnehmung, dass die Geschwindigkeit mit der Temperatur der Geläseluft wächst; bereits in niederen Temperaturen macht sich der Einfluss bemerklich, und Luft von + 20° zeigt eine beinahe um 8 Prc. grössere Geschwindigkeit, als bei — 20° (Scheerer I. S. 463).

§. 167. Die Menge der Gebläseluft ist neben Pressung und Geschwindigkeit von Einfluss auf die Verbrennung, wie es auch aus den vergleichenden Rechnungen in Betreff des Cupolofenbetriebes bereits hervorgeht.

Ob aber zur Begründung dieses Einflusses der einfache von Scheerer (I. S. 464) angeführte Vergleich zweier Schachträume von gleichen Dimensionen und mit gleichgepresster Luft gespeist, ausreicht, von denen der eine mit mehr Luft versehen eine energischere Verbrennung enthält als der andere — ist zu bezweifeln, da die Widerstände der Brennstoffsäulen, obwohl sie selbst theoretisch gleich sein sollten, dieses Resultat nicht gleichmässig alteriren werden.

Eben so wenig absolut anwendbar für die Praxis ist ein das Verhältniss zwischen Windmenge, Pressung und erzielter Temperatur charakterisirender Satz Scheerer's:

Durch eine geringere Menge stark gepressten Windes kann in einem Schacht-

ofen dieselbe Temperatur erzeugt werden, wie durch eine grössere Menge schwächer gepressten Windes.

Dabei muss ein Brennmaterial vorausgesetzt werden, das weitere Schwankungen in Quantum und Druck der Luft vertragen kann. Gewöhnlich — und bereits im ersten Bande (u. A. bei dem Vergleiche der Gebläse und Ventilatoren) wurde darauf hingewiesen — giebt es für jeden Brennstoff eng gezogene Grenzen der Anwendbarkeit verschiedener Luftquantitäten und Pressungen.

Die Berechnung der Gebläseluftmenge geschieht nach alle dem einfach durch Multiplikation der Geschwindigkeit G mit dem Düsenquerschnitt D, falls es sich um die Zeit einer Secunde handelt. Da man herkömmlicherweise das Quantum von producirter event. verbrauchter Gebläseluft pro Minute festzustellen pflegt, so ist jenes Produkt

$$= G \,.\, D \,.\, 60.$$

Dieses Quantum besteht aber aus comprimirter Luft unter dem Drucke B + M bei einem Barometerstand B, einem Thermometerstand t und einem Hygrometerstand w. Will man jenes Quantum auf den gewöhnlichen Zustand reduciren, so müssen für B, t und w, die täglich schwanken, bestimmte Annahmen vereinbart werden. Diese bestehen dann gewöhnlich darin, dass man $B = 28$ Zoll, $t = 0^0$ Cels. und $w = 0$ annimmt. Daraus ergeben sich folgende Reduktionscoefficienten:

1) für den manometrischen Druck $\frac{B + M}{B}$,

2) den barometrischen Druck $\frac{B}{28}$,

3) die Temperatur $\frac{1}{1 + t \,.\, 0{,}003665}$ und

4) den Hygrometerstand $\frac{1}{w}$,

welche die Formel G . D . 60 beeinflussen.

Tabelle der Windmengen

(Zu Band II. Seite 274.)

in Cubikmetern pro Minute bei gegebenen Pressungen und Düsendurchmessern.

Ueberdruck in Atmosphären. $\frac{p_1}{p} - 1$	Manometerstände in Quecksilber. Meter.	Manometerstände in Wasser. Meter.	Theoretisches Windquantum pro Sec. u. für den Querschnitt F = 1 □ Meter. Cubikmet.	Ausflusscoëfficient.	Düsendurchmesser in Metern: 0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
					Düsenquerschnitte in Quatrat-Centimeter: 0,19635	0,7854	1,7671	3,1416	4,9087	7,0686	9,6211	12,566	15,904	19,635
0,0025	0,0019	0,02584	20,1516	0,9100	0,022	0,086	0,194	0,346	0,541	0,778	1,06	1,38	1,75	2,16
0,005	0,0038	0,05168	28,4915	0,9103	0,031	0,122	0,275	0,489	0,764	1,100	1,50	1,95	2,47	3,05
0,010	0,0076	0,10336	40,2923	0,9107	0,043	0,173	0,389	0,692	1,081	1,556	2,12	2,76	3,50	4,32
0,015	0,0114	0,15504	49,3407	0,9110	0,053	0,212	0,477	0,847	1,324	1,906	2,59	3,48	4,29	5,27
0,020	0,0152	0,20672	56,9633	0,9113	0,061	0,245	0,550	0,979	1,529	2,202	3,00	3,91	4,95	6,11
0,025	0,0190	0,25840	63,6780	0,9117	0,068	0,273	0,615	1,094	1,709	2,462	3,35	4,38	5,54	6,84
0,030	0,0228	0,31008	69,7472	0,9120	0,075	0,300	0,674	1,199	1,873	2,698	3,80	4,79	6,07	7,49
0,035	0,0266	0,36176	75,3263	0,9123	0,081	0,324	0,729	1,295	2,023	2,914	3,97	5,18	6,56	8,09
0,040	0,0304	0,41344	80,5177	0,9127	0,087	0,346	0,779	1,385	2,164	3,117	4,18	5,54	6,86	8,66
0,045	0,0342	0,46512	85,3912	0,9130	0,092	0,367	0,827	1,469	2,296	3,306	4,50	5,88	7,44	9,19
0,05	0,0380	0,51680	89,9984	0,9133	0,097	0,387	0,871	1,549	2,421	3,486	4,75	6,20	7,84	9,68
0,06	0,0456	0,62016	98,5650	0,9140	0,106	0,424	0,955	1,698	2,653	3,820	5,20	6,79	8,60	10,61
0,07	0,0532	0,72352	106,434	0,9147	0,115	0,459	1,032	1,835	2,867	4,129	5,62	7,34	9,29	11,47
0,08	0,0608	0,82688	113,754	0,9153	0,122	0,491	1,104	1,963	2,900	4,416	6,01	7,85	9,94	12,26
0,09	0,0684	0,93024	120,623	0,9160	0,130	0,521	1,171	2,083	3,254	4,686	6,38	8,33	10,54	13,02
0,10	1,0760	1,03360	127,114	0,9167	0,137	0,549	1,235	2,196	3,432	4,942	6,73	8,78	11,12	13,75

$\frac{p_1}{p} - 1$	0,055	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085	0,090	0,095	0,100
	23,758	28,274	33,183	38,485	44,179	50,266	56,745	63,617	70,882	78,540
0,0025	2,61	3,11	3,65	4,23	4,86	5,53	6,24	7,00	7,80	8,64
0,005	3,76	4,40	5,16	5,99	6,87	7,82	8,83	9,90	11,03	12,22
0,010	5,23	6,22	7,30	8,47	9,73	11,06	12,49	14,00	15,61	17,29
0,015	6,41	7,63	8,95	10,38	11,92	13,74	15,31	17,15	19,12	21,18
0,020	7,40	8,81	10,34	11,99	13,76	15,65	17,68	19,81	22,08	24,46
0,025	8,27	9,85	11,56	13,40	15,38	17,51	19,76	22,16	24,69	27,35
0,030	9,07	10,79	1,267	15,19	16,86	19,18	21,65	24,26	27,05	29,98
0,035	9,80	11,66	13,68	15,87	18,22	20,72	23,39	26,23	29,23	32,38
0,040	10,48	12,47	14,63	16,72	19,48	22,16	25,02	27,45	31,25	34,63
0,045	11,11	13,22	15,52	18,00	20,66	23,51	26,54	29,76	33,15	36,74
0,05	11,72	13,94	16,76	18,98	21,79	24,79	27,98	31,37	34,95	38,74
0,06	12,84	15,28	17,93	20,80	23,88	27,17	30,67	34,39	38,32	42,45
0,07	13,88	16,51	19,38	22,48	25,86	29,36	33,14	37,16	41,40	45,88
0,08	14,84	17,66	20,73	24,04	27,60	31,40	35,45	39,74	44,28	49,06
0,09	15,75	18,74	22,00	25,51	29,29	33,32	37,62	42,17	46,99	52,07
0,10	16,61	19,77	23,20	26,90	30,88	35,14	39,67	44,47	49,54	54,91

$\frac{p_1}{p} - 1$	0,105	0,110	0,115	0,120	0,125	0,130	0,135	0,140	0,145	0,150
	86,590	95,033	103,87	113,10	122,72	132,73	143,14	153,94	165,13	176,71
0,0025	9,53	10,46	11,43	12,44	13,50	14,60	15,75	16,94	18,17	19,44
0,005	13,48	14,79	16,16	17,60	19,10	20,65	22,28	23,96	25,70	27,50
0,010	19,06	20,92	22,87	24,90	27,02	29,22	31,51	33,89	36,35	38,90
0,015	23,35	25,63	28,01	30,50	33,06	35,80	38,60	41,51	44,53	47,66
0,020	26,97	29,60	32,35	35,23	38,22	41,35	44,59	47,95	51,43	55,04
0,025	30,16	33,10	36,18	39,39	42,74	46,23	49,86	53,62	57,52	61,54
0,030	33,05	36,27	39,64	43,16	46,83	50,66	54,63	60,75	63,02	67,44
0,035	35,71	39,19	42,83	46,63	50,60	54,73	59,02	63,47	68,09	72,86
0,040	38,18	41,90	45,80	49,89	54,11	58,52	63,11	66,87	72,81	77,92
0,045	40,51	44,45	48,59	52,90	57,40	62,09	66,95	72,01	77,24	82,66
0,05	42,70	46,87	51,23	55,78	60,52	66,98	70,60	75,92	81,44	87,15
0,06	46,81	51,37	56,14	61,13	66,33	71,74	77,37	83,21	89,26	95,51
0,07	50,58	55,51	60,67	66,05	71,64	77,53	83,61	89,93	96,45	103,22
0,08	54,10	59,37	64,89	70,65	76,66	82,92	89,42	96,17	103,16	110,39
0,09	57,40	63,00	68,86	74,98	81,35	87,99	94,90	102,05	109,47	117,15
0,10	60,53	66,44	72,62	79,07	85,80	92,80	100,07	107,62	115,45	123,54

Bezeichnet man das reducirte Quantum der Gebläseluft mit Q — so ergiebt sich:

$$Q = \frac{B + M}{B} \cdot \frac{B}{28} \cdot \frac{1}{1 + t \,.\, 0{,}003665} \cdot \frac{1}{w} \cdot 60\, D \,.\, G$$

oder $$Q = 2{,}143 \frac{B + M}{(1 + t \,.\, 0{,}003665)\, w} D \,.\, G;$$

führt man für G den Werth aus der Formel des §. 166 ein, so erhält man schliesslich nach ausgeführten Reduktionen u. s. w.

$$Q = 2481\,(1 - 0{,}084\sqrt{M})\, D \sqrt{\frac{M\,(B + M)}{(1 + t \,.\, 0{,}003665)\, w}}\,.$$

Auch hier gilt die früher gemachte Bemerkung, dass der Coefficient w unter den gewöhnlichen Umständen fortgelassen werden kann, ohne einen erheblichen Fehler zu verursachen.

In welcher Weise die obige Formel benutzt werden kann, um D oder M zu berechnen, nachdem Q und die übrigen Werthe bekannt sind, braucht hier nicht ausgeführt zu werden, da die betreffenden Operationen leicht anzustellen sind.

§. 168. Etwas anders ist die Berechnung der Luftmenge in Plattner's Vorlesungen über allgemeine Hüttenkunde durchgeführt, wo (I. Bd. S. 274) die Geschwindigkeit der Gebläseluft nach den von Weisbach (in s. Ingenieur- und Maschinenmechanik 3 Aufl. I. §. 422 ff.) entwickelten Formeln auf

$$v = 1258 \sqrt{(1 + 0{,}00367\ T)\frac{h}{b + h}}$$ preuss. Fuss oder

$$v = 395 \sqrt{(1 + 0{,}00367\ T)\frac{h}{b + h}}$$ Meter angegeben

wird, wobei v die Geschwindigkeit, b den äusseren Barometerstand, h den Manometerstand und T die Temperatur bezeichnet.

Eine Correktion der Formel findet dadurch statt, dass man die Temperaturveränderung bei einer plötzlichen Volumen- oder Dichtigkeitsänderung der Luft berücksichtigt. Es ist dann:

$$v = 395 \sqrt{(1 + 0{,}00367\ T)\frac{x}{x - 1}\left(1 - \left[\frac{h}{b = h}\right]^{\frac{x-1}{x}}\right)}$$ Meter,

wo x das Verhältniss der spezifischen Wärme der Luft bei gleichem Druck zu der bei gleichem Volumen ist (nach Masson = 1,419), deshalb

$$\frac{x}{x-1}\ 3{,}3866 \text{ und } \frac{x-1}{x} = 0{,}2953.$$

Multiplicirt man die Grösse v mit dem Düsenquerschnitt F eines beliebigen Apparates, und führt noch einen Contraktionscoefficienten μ ein (der nach Weisbach's Versuchen an Düsen 0,91 — 0,93 beträgt), so beträgt die unter äusserem Drucke gemessene Luftmenge, die pro Secunde durch einen in Quadratmetern ausgedrückten Düsenquerschnitt strömt,

$$Q = 395\,\mu\,F \left(\frac{b+h}{h}\right)^{0,2953}$$

$$-\sqrt{3{,}3866(1+0{,}00367\ T)\left(1-\left[\frac{h}{b+h}\right]\right)^{0,2953}} \quad \text{C.-M.}$$

Nach dieser Formel ist von Neuschild die sehr vollständige Windtabelle I. berechnet worden, welche den Plattner'schen Vorlesungen beigegeben ist und folgende Einrichtung besitzt.

Die erste Vertikalcolumme enthält den Ueberdruck in Atmosphären, die zweite und dritte denselben in Metern Quecksilber- und Wassersäule mit Beziehung auf den mittleren Barometerstand.

In der vierten Spalte ist das theoretische Windquantum angegeben, wie es aus der vorstehenden Formel hervorgeht; es ist in Kubikmetern pro Secunde und pro Quadratmeter Ausströmungsöffnung ausgedrückt. Die fünfte Spalte giebt den jedem einzelnen Luftdrucke zugehörigen Ausflusscoefficienten an, während die übrigen Spalten die den voranstehenden Pressungen entsprechenden effektiven Windmengen für die verschiedenen darüber gedruckten Düsenquerschnitte enthalten.

Ausser dieser Tafel finden sich noch zwei andere in dem angezogenen Werke, von denen die eine sich auf Temperaturveränderungen der äusseren Luft bezieht, die andere für veränderten Barometerstand anzuwenden ist.

Wir geben von der Tabelle nur den für Cupolöfen benutzbaren Theil bis zu einem Ueberdruck von $^1/_{10}$ Atmosphäre ungefähr auf dem beifolgenden Blatte, und verweisen in Betreff der Correktionstabellen auf die Quelle selber, da die in Giessereien gebräuchlichen geringen Pressungen die Vernachlässigung solcher Reduktionen erlauben, ohne einen Fehler von Bedeutung zu veranlassen.

§. 169. Die Werthe, welche die Neuschild'sche Tabelle giebt, erscheinen in mehrfacher Beziehung zu gross; die Umstände, welche in der Praxis das theoretische Verhältniss alteriren, sind hauptsächlich Temperatur und Gegendruck in dem mit Luft gespeisten Schmelzraum.

Während man bei der Berechnung jener Tabelle annahm, dass die Luft aus den Düsen in einen mit Luft von atmosphärischer Spannung und gewöhnlicher Temperatur erfüllten Raum ausströme, kommt es bei den praktischen Anwendungen solcher Tabellen darauf an, auch die entgegenwirkenden Einflüsse zu berücksichtigen. Dieses ist für den Hochofenbetrieb erst in neuester Zeit, für den Cupolofenbetrieb aber noch gar nicht geschehen. Auf die Versuche Tunner's u. A. wird weiter unten zurückgegangen, indessen kann hier schon angedeutet werden, dass die durch Versuche gefundene Pressung im Schmelzraume von der am Manometer der Windleitung beobachteten Druckhöhe abgezogen werden muss, und dass nur die Differenz Beider als wirklicher und aktiver Druck in der Tabelle aufgesucht werden darf, um das richtige Windquantum zu erlangen.

Ausser dieser Gegenwirkung und der von der hohen Temperatur des Schmelzraumes herrührenden (die sich durch plötzliche Volumsvermehrung der Luft und in Folge nicht möglicher Verbreitung auch grösstentheils als Gegendruck äussert) ist noch die durch Reibung in den Windleitungen u. s. w. verminderte Geschwindigkeit des Windstromes Schuld an einer Ver-

kleinerung der wirklichen Windmenge gegenüber den theoretischen Ermittelungen.

Diese Reibungsverluste, verbunden mit den Eintrittswiderständen (aus den ringförmigen Windkästen in die Düsenhälse beispielsweise) modificiren die Geschwindigkeit, folglich auch das Luftvolum, ein Produkt aus Geschwindigkeit und Düsenquerschnitt, um mindestsns 10 Prc.; in den geringen Pressungen und bei scharfen Uebergängen in der Windleitung können die Coefficienten für Reibung auf 5 Prc., für Eintrittswiderstände auf 50 Prc. steigen.*) Es wird sich also empfehlen, bei dem Gebrauch der Tabelle die ausgerechneten Windquantitäten im günstigsten Falle z. B. für Anwendung von Düsenapparaten und höheren Druck um 10 Prc., in allen ungünstigeren Fällen, namentlich da wo Windkästen angewendet werden, um 25—50 Prc. zu ermässigen.

Eine direkte Quelle für Verminderung des theoretisch ermittelten Luftquantums, der Windverlust, welcher durch offene Formen entsteht, kommt nicht mehr häufig vor, lässt sich auch noch schwieriger ermitteln, als die Uebrigen.

Mit Berücksichtigung der meisten dieser Correktionen ist der Abschnitt über Gebläseleistung geschrieben und ausgearbeitet, den J. von Hauer in seinem Werke: „Die Hüttenmaschinen", Wien 1867, S. 27, veröffentlicht und den neuerdings Dr. Wedding in seiner deutschen Umarbeitung von Percy's Eisenhüttenkunde benutzt hat (Abtheilung 2. Bd. 1. S. 167 ff.)

J. von Hauer hat ebenfalls eine Tabelle berechnet, die um circa 8—9 Prc. kleinere Werthe hat, als die Neuschild'sche aufweist. Der Unterschied ist aber nicht bedeutend genug, um anzunehmen, dass sämmtliche Faktoren der Correktion angewandt wurden, und dass sich die Werthe der genannten Tafel ohne Weiteres gebrauchen lassen.

Die ausserdem noch von von Hauer mitgetheilten Correktionen betreffen ähnliche Temperatur und Dich-

*) Weisbach, Ingenieur 1860. S. 440. Tab. I.

tigkeitsverhältnisse wie die von Plattner als Complement der Neuschild'schen Tafel gegebenen Correktionstabellen und können für die hier interessirenden Pressungen füglich vernachlässigt werden.

Form und Vorbereitung der Brennstoffe.

§. 170. Ein weiteres Mittel, die Intensität der Verbrennung in einem Schmelzapparate zu steigern, ist die Vorbereitung der Brennstoffe, die Ueberführung derselben in eine möglichst günstige Form für die Energie der Wärmeentwicklung.

Bereits im zweiten Theile des ersten Hauptabschnittes ist bei der allgemeinen Besprechung der Brennmaterialien darauf aufmerksam gemacht, dass die rohen Brennstoffe durch vorbereitende Operationen in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden könnten, und sind die Prozesse der Köhlerei, der Cokerei und der Vergasung geschildert worden. Es ist unnöthig, nochmals darauf zurückzukommen, um so mehr als die genannten Methoden der Brennstoffveredlung allesammt Produkte liefern, die füglich als besondere Materialien betrachtet werden könnten.

Es giebt indess noch einige andere Mittel, die ebenfalls vorbereiten, ohne so tief eingreifend zu wirken; dahin gehören das Aufbereiten (Waschen und Separiren) der Steinkohlen, das Trocknen und Darren des Holzes, Torfes und der Braunkohlen, das Erhitzen der Gase. Die hier angeführten Erwärmungsprozesse geschehen mittelst der verlorenen Hitze derjenigen Apparate, in welchen die betreffenden Materialien selbst zur Verwendung kommen sollen.

Die angemessene Zerkleinerung und andere mechanische Vorarbeiten tragen ebenfalls das Ihrige zur Beförderung einer lebhaften Verbrennung bei; ebenso, wie bereits mehrfach erwähnt, die regelmässige Bedienung der Apparate mit Brennstoffen.

Die Erhitzung der Verbrennungsluft wirkt günstig auf die Energie der Verbrennung, aber allen Gegenreden zum Trotz, nachtheilig auf die Qualität

des Gusses, sobald das Roheisen und der Brennstoff sich in unmittelbarem Contakt befinden. Wo, wie bei den Flammöfen, das letztere nicht der Fall ist, kann man ohne Schaden die zugeführte Verbrennungsluft erhitzen. Der Schaden vermindert sich auch für die Schachtöfen, wenn die Luftmenge eine sehr bedeutende, einen Ueberschuss an Sauerstoff garantirende ist.

Besondere Apparate empfehlen sich indess hierfür nicht; die Oefen von Mackenzie und Krigar befördern durch die Lage der Windauslässe die Erhitzung im Ofen selbst und zeigen die bestmöglichste Einrichtung für diesen Zweck. Bei den Flammöfen giebt es zweierlei Systeme für Erhitzung der Verbrennungsluft — die Anwendung von Unterwind, der in dem unteren Theile der Esse erwärmt wurde und die Zuführung an Luft über und unter dem Roste, welche im glühenden Gewölbe und der Feuerbrückenwand cirkulirt hat.

Ueber derartige Vorrichtungen sowie über besondere Verbesserungen an den Ofenconstruktionen überhaupt, so weit sie die Leitung der Verbrennung und die Ausnutzung des Brennstoffes betreffen, folgen die nothwendigen Bemerkungen bei der dieses Kapitel beschliessenden Besprechung der Hauptofensorten in ihrer calorischen Wirkung.

cc) *Statik der einzelnen Schmelzapparate.*

§. 171. Dieser Abschnitt umfasst alle Rechnungen, Folgerungen und Schlüsse, welche aus dem bis jetzt über die Schmelzapparate, die Schmelzung selbst Gesagten sich für eine rationelle Beurtheilung derselben gewinnen lassen. Die Entwicklung der früher gegebenen praktischen und theoretischen Resultate zu einer die Wirkung der Apparate möglichst klar darlegenden abstrakten Lehre, ergiebt die Statik der Schmelzapparate für die Giesserei.

Nachdem die Resultate einzelner Oefen bereits, unter möglichst elementaren Voraussetzungen, das Material zu einer vorläufigen vergleichenden Kritik geliefert

hatten, handelt es sich jetzt darum, unter Zuhülfenahme der vorhergehenden allgemeinen Notizen über Wärmeentwicklung, Gebläse und Wind u. s. f. die Umrisse einer vollständigen Beurtheilungsmethode der Giessereiöfen zu geben und dabei alle irgend mitwirkenden und berechenbaren Faktoren zu berücksichtigen.

Da bis jetzt dergleichen Rechnungen noch sehr selten angestellt worden sind, für den Giessereibetrieb speziell aber noch gar nicht existiren, so muss der Verfasser von vornherein die Rücksicht seiner Leser in Anspruch nehmen.

Eine Menge einzelner Punkte kommen hierbei in Betracht, welche die systematische Anordnung des Stoffes vorläufig unmöglich machen und eine mehr historische Behandlung erfordern.

Es sind nach einander zu behandeln:

Statik der Schachtöfen,

Statik der Flammöfen und anhangsweise einige Angaben über die Gasflammöfen und Regenerativsysteme.

An gehöriger Stelle soll auch der von Bessemer construirten Hochdrucköfen ausführliche Erwähnung geschehen und auf deren Vorzüge aufmerksam gemacht werden.

Statik der Schachtöfen.

§. 172. Bei der Besprechung dieser Ofenklasse ergaben sich die bedeutendsten Differenzen in den Eigenthümlichkeiten der Construktion und des Betriebes sowie auch in den technischen Resultaten. Eine Erklärung konnte oft nur vermuthungsweise gegeben werden, da eine Beziehung auf theoretische Voraussetzungen nicht eher möglich wurde, als bis eine kurze Darstellung derselben erfolgt war.

Nachdem jetzt alle nothwendigen Daten theoretischer Natur im vorhergehenden Theile *bb*) dieses Kapitels gegeben worden sind, kann eine ausführliche Betrachtung der einzelnen Klassen von Schmelzappa-

raten soweit stattfinden, als dieses überhaupt der Mangel zahlreicher und sicherer Beobachtungen und Versuche zulässt, ein Mangel, der nirgends fühlbarer auftritt, als bei diesen so wichtigen und noch so dunkeln Fragen.

Bei den Oefen der Giessereitechnik fehlen überhaupt Versuche noch gänzlich, und die im Interesse anderer, wichtiger scheinender Branchen der Eisenindustrie ermittelten Resultate und Beobachtungen lassen sich nur so weit verwerthen, als die Aehnlichkeit der betreffenden Prozesse und Apparate es zulässt.

Für die Schachtöfen dient dabei der Eisenhochofen als Ausgangspunkt, dessen Verhältnisse in neuerer Zeit mehrfach Gegenstand calorischer Rechnungen und Debatten waren; glücklicherweise ist das Verhältniss desselben ein so complicirtes, dass bei der Ueberführung der hier gewonnenen Resultate in die Statik des Cupolofens nur gestrichen und eliminirt zu werden braucht.

Die Arbeit der Reduktion und der Schlackenschmelzung in grösserem Maasse fällt fort, sobald man den Cupolofen auf den Hochofen beziehen will und alle Wärmeconsumtion, welche sich auf diese Arbeiten und ihre Vorbereitungsstadien herausrechnet, ist zu eliminiren. Die ungleich einfachere Funktion des Giessereischachtofens andererseits erleichtert die etwaige Aufstellung von Annahmen und Hypothesen auf Grund praktischer Erfahrung so sehr, dass in vielen Fällen jene für den Hochofen gefundenen Verhältnisse durch die Vergleiche mit den bei Cupolöfen wirksamen Werthbeziehungen eine gewisse Controle erfahren.

Die Literatur calorischer Spekulation ist, was den Hochofenprozess anbetrifft, in neuester Zeit ziemlich reich geworden; ausser Mittheilungen von Scheerer in seiner Metallurgie Bd. II. 1. Lief. haben sich vorzugsweise Tunner und Rinman mit Versuchen am Hochofen selbst, Lowthian Bell u. A. mit Rechnungsoperationen beschäftigt. Besonders hervorzuheben ist aber noch das von dem durch seine „Wärmemess-

kunst", „pyrotechnische Rundschau" u. s. w. bekannten Physiker C. Schinz herausgegebene, auf 6jährige Arbeiten und Untersuchungen gegründete Werk: Documente betreffend den Hochofen zur Darstellung von Roheisen (Berlin, Ernst & Korn).

Wenn auch die Form des Gebotenen nicht immer die rechte scheint, und wenn namentlich die Art des Auftretens und der ganze Ton der erläuternden Vorrede nicht geeignet sind, den an sich höchst scharfsinnigen Arbeiten Anerkennung in den weitesten Kreisen zu verschaffen, so sind die ermittelten Umstände doch von der grössten Wichtigkeit, und lassen sich, wie schon erwähnt, ganz leicht auf die Statik des Cupolofenbetriebes übertragen.

§. 173. Im Folgenden ist ein Auszug der Schinz'schen Arbeiten gegeben worden — natürlich mit Weglassung aller für den Cupolofenbetrieb unnützen oder nebensächlichen Angaben und mit Zusätzen theils kritischer, theils ausführender Art, die sich wiederum im Schinz'schen Buche nicht vorfinden.

Die Untersuchungen von Schinz erstreckten sich:

1) über den Verbrennungsprozess, die Contaktfläche und Einfluss der Temperatur,
2) über die spezifische, latente und Verbindungswärme der im Ofen auftretenden Körper,
3) über die Transmission der Wärme durch die Ofenwände an die sie umgebende Luft, welche die Ursache ist, dass die im Ofen herrschenden Temperaturen viel niedriger sind, als man sonst glaubte,
4) über den im Hochofen vor sich gehenden Prozess selbst,
5) über den Zustand der Schmelzsäule, ein Gegenstand von unbestreitbarer Wichtigkeit in Beziehung auf die Hochofenform, wenn die betreffenden Ermittlungen auch noch nicht zu genauen Werthen geführt haben.

Auf die Wege und Mittel, deren sich Schinz bediente, um zu seinen Zwecken zu gelangen, braucht nicht weiter eingegangen zu werden, — die Kenntniss

derselben ist durch das Studium seines Werkes, dem deutliche Zeichnungen beigegeben sind, zu erlangen.

Hier interessiren, wie gesagt, blos die Resultate seiner Versuche und deren Anwendung auf den Cupolofenbetrieb und auf die Construktion der Cupolöfen selbst, und es erscheint vortheilhaft, hierbei wesentlich die Ordnung beizubehalten, welche Schinz selbst in seinem Buche eingeschlagen hat und welche dem analytischen Wege entspricht. Es werden dadurch allerdings Punkte berührt, die bereits angeführt worden sind — da aber Schinz, ganz richtig, die von ihm gebrauchten Werthe vor allen anderen Dingen festzustellen sucht, so müssen diese vorläufigen Bemerkungen ebenfalls adoptirt werden, wenn man seinen Deduktionen folgen will.

§. 174. Der Verbrennungsprozess d. h. die chemische Verbindung des Sauerstoffes in der Luft mit dem Kohlenstoff und dem Wasserstoff, die in den Brennstoffen vorhanden sind, verläuft nicht immer, wie Schinz zunächst (S. 9 seines Werkes) constatirt, in derselben Weise.

Sowohl Zusammensetzung und Art der Produkte, als auch die entwickelte Wärmemenge wechseln je nach den Verbrennungsumständen, auch ist die Intensität der Wärme verschieden.

Diese Umstände sind:

a) die Grösse der Contaktfläche, die der Brennstoff dem bestimmten Luft- oder Sauerstoffvolum in der Zeiteinheit darbietet;

b) die Höhe der im Verbrennungsherde herrschenden Temperatur;

c) die Reinheit und Trockenheit der zur Verbrennung dienenden Luft;

d) die grössere oder geringere Pressung, unter der die Verbrennung vor sich geht.

Die erzeugte Wärmemenge ist nach der Annahme von Schinz:

a) 8000 Calorien oder Wärmeeinheiten für die Verbrennung einer Gewichtseinheit Kohlenstoff zu Kohlensäure;

b) 2400 Wärmeeinheiten für die Bildung von Kohlenoxyd.

Der freie Wasserstoff im Brennstoffe bildet bei hinreichender Temperatur stets Wasser und entwickelt dabei 34000 W.-E. pro Gewichtseinheit; bei nicht ausreichender Temperatur entstehen dagegen Kohlenwasserstoffe.

Die Intensität der Wärme hängt nach Schinz hauptsächlich ab:

a) von der Verdünnung der Verbrennungsprodukte durch nicht brennende Stoffe z. B. Stickgas und Wasserdampf;
b) von der effektiv entwickelten Wärmemenge;
c) von der Pressung, unter der sich die Produkte befinden.

Wie bei jedem chemischen Prozesse, so wächst auch bei der Verbrennung die Energie derselben mit der Vergrösserung der Contaktflächen; in diesem Falle des Brennstoffes mit der durchstreichenden Luft. Nach den neuesten Erfahrungen steigert sich diese Energie zu einem ungewöhnlichen Grade bei der soganannten Staubstrommethode von Whelpley und Storer.

Indem Schinz eine Reihe von Versuchen mit Cokes in dieser Richtung machte, deren Detail hier natürlich wegfallen muss, kam er zu den nachstehenden Schlüssen:

1) die Vollkommenheit der Verbrennung hängt ab von dem Verhältniss der Contaktfläche zur Geschwindigkeit der hinzuströmenden Luft;
2) bei einer Geschwindigkeit von 0,39 M. pro 1 Quadrat-Meter Contaktfläche ist die Verbrennung insofern eine vollkommene, als sich nur Kohlensäure bildet, und weder brennbare Gase noch freier Sauerstoff in den Verbrennungsprodukten vorhanden sind;
3) bei geringerer Geschwindigkeit treten sofort brennbare Gase in den Verbrennungprodukten auf;
4) bei der Geschwindigkeit von 0,09 M. tritt fast

aller Kohlenstoff der Verbrennungsprodukte in der Form von Kohlenoxyd auf.

Bei der Berechnung der Contaktfläche ist nur die Oberfläche der Stücke in Anschlag gekommen — wogegen die Cokes als poröses Material jedenfalls eine weit grössere Contaktfläche besitzen.

Indessen hat diese Ungenauigkeit keinen weiteren Einfluss als den, die Vergleichung nicht gleich schwerer Cokes etwas schwieriger zu machen; die praktischen Fragen, die uns hier vorwiegend beschäftigen, lassen zudem eine grössere und wissenschaftliche Genauigkeit als überflüssig erscheinen.

Weitere Versuche von Schinz mit Anthracit ergaben Resultate, welche beweisen, „dass wirklich An„thracit vermöge seiner Dichte weniger Contaktfläche „darbietet, als Cokes, da Ersterer bei annähernd glei„cher Luftgeschwindigkeit, bedeutend mehr Luftüber„schuss in den Verbrennungsprodukten gezeigt hat". (a. a. O. S. 18.)

§. 175. Um nun obige Zahlen für den Cupolofenbetrieb dienstbar zu machen, ist es nothwendig, die Oberflächen einer bestimmten Menge, z. B. 1 Tonne oder 1 Kubikfuss Cokesstücke von mittlerer Grösse zu berechnen, deren Anzahl in solchem Raum zunächst gefunden werden muss.

Nach der von Schinz gegebenen Formel, $n^3 = \left(\frac{l}{d}\right)^3$, wo l die Seite des Kubus, d den Durchmesser und n^3 die Zahl der Stücke bezeichnen, sind für Cokesstücke von beziehungsweise 3 Z. 4 Z. 5 Z. 6 Z.

resp. 78 — 105 — 131 — 157 Mm. die Werthe von n^3

64 — 27 — 13,8 — 8 — für den Kb.-F. oder von

ca. 455 — 192 — 98 — 57 — für die Tonne berechnet.

Die einzelnen Stücke als Kugeln berechnet, ergeben für 3 Z. 4 Z. 5 Z. 6 Z. Durchmesser,

Oberflächen von 28,26 50,24 78,50, 113,04 Quadrat-Zoll.

Für die Tonne à $7^1/_9$ Kb.-F. erhält man in Folge dessen

$$M = 7\,{}^1/_9 \left(\frac{1}{d}\right)^3 d^2\pi$$

$$= \frac{64\ 1^3\ \pi}{9d}$$

= resp. 12858,3 — 9646,0 — 7693 — 6443,3 Qu.-Z. oder

$$= \frac{64\ 1^3\ \pi}{9\ d\ .\ 1469{,}9}$$

= resp. 8,785 — 6,598 — 5,262 — 4,407 Qu.-Meter, den Quad.-M. = 1461,9 Qu.-Zoll (nach Weisbach) gerechnet.

Nimmt man das durchschnittliche Gewicht der preuss. Steinkohle nach den amtlichen Ermittelungen des Jahres 1867*) auf 401 Pfd., in runder Zahl 400 Pfd. an und berechnet das Cokesausbringen für Sinterkohlen mit wenigstens 67 Gewichtsprocent und höchstens 160,5 Volumprocent, so erhält man das Tonnengewicht der Cokes

$$= \frac{67\ .\ 400\ .\ 100}{169\ .\ 100}\ \text{Pfd.} = 167{,}5\ \text{Pfd.}$$

Die oben ermittelten Zahlen beziehen sich also auf wenigstens 167 Pfd. Cokes, eine Zahl, welche weit entfernt davon ist, constant zu sein, da es auch Cokes von 230 Pfd. pro Tonne giebt. Weil man in der Regel es vorzieht, zum Schachtofenbetrieb schwere Cokes zu nehmen, so ist es von Interesse, auch noch andere Werthe für das Verhältniss der Contaktfläche zur Gewichtseinheit zu bekommen und wir werden deshalb von den Ansätzen der Zwickauer, Oberschlesischen und Englischen Cokesmaasse Gebrauch machen.

Für Zwickau, wo 2 sächs. Scheffel (= $3^3/_4$ preuss. Scheffel = $^{15}/_{16}$ Tonne) 130 Pfd. wiegen, kommt die Tonne auf 140 Pfd.; für Oberschlesien steigt das Cokesgewicht von 160 Pfd. bis 200 Pfd., je nachdem es sich um sorgfältig dargestellte Hochofencokes oder um sogen.

*) In der preuss. Zeitschrift, XVI. Bd. 1868, Statistischer Theil S. 57, wird die Totalförderung Preussens pro 1867 auf 420,571,116 Ctr. = 104,856,494 Tonnen angegeben.

Cupolofencokes handelt. Für englische Cokes bester Qualität variirt das Gewicht von 180—230 Pfd., sodass es sich hier hauptsächlich um 4 Werthe handeln dürfte:

140 Pfd. . 160 Pfd. . 200 Pfd. . 230 Pfd. pro Tonne = P.

Bezieht man darauf die oben gefundenen Contaktflächen, so ergiebt sich folgende Tabelle:

Für Stücke von 3 Z. 4 Z. 5 Z. 6 Z. Durchmesser beträgt die Oberfläche M bekanntlich
pro Tonne 8,785 6,598 5,252 4,407 Quad.-Meter.

Berücksichtigt man das verschiedene Tonnengewicht P, so ist die Oberflächensumme M_1 von 100 Pfd. Cokes

$$= \frac{100\ M}{P}$$

a) bei 140 Pfd.
Tonnengewicht 6,2750 4,7129 3,758 3,1478 Quad.-Meter
b) bei 170 Pfd.
Tonnengewicht 5,1677 3,8812 3,095 2,5924 „
c) bei 200 Pfd.
Tonnengewicht 4,3925 3,9920 2,631 2,2035 „
d) bei 230 Pfd.
Tonnengewicht 3,81965 2,8687 2,287 1,9161 „

§. 176. Um nun die nothwendige *Geschwindigkeit der Luft* zu finden, welche den einzelnen eben gefundenen Werthen entspricht, ist es nothwendig, auf die Verbrennungserscheinung selbst einzugehen und zu bestimmen, in welcher Weise dieselbe sich in den Cupolöfen von normalem Gange darstellt.

Ganz abgesehen von der technischen Schwierigkeit, eine ganz vollkommene Verbrennung auf einander geschichteten Brennstoffes zu bewirken, muss festgestellt werden, ob eine solche vollkommene Verbrennung, also *die ausschliessliche Bildung von Kohlensäure* für den hier betrachteten Ofen wirklich von effektivem Vortheil wäre. In *ökonomischer* Beziehung ist wohl nichts dagegen einzuwenden, wohl aber in *technischer* Hinsicht, da die Kohlensäure, mit oxydirbaren glühenden Körpern in Berührung, sich in Kohlenoxyd und Sauerstoff zerlegt und jene oxydirt.

Eine solche Wirkung übt die Kohlensäure besonders auf den Graphitgehalt des Roheisens aus, der geneigt ist, in einer solchen Atmosphäre zu verbrennen. Auch zerfällt in einer so hohen Temperatur das gekohlte Eisen sehr leicht in Eisen und Graphit; der letztere verbrennt ebenfalls und wird durch reducirte Schlacken- und Aschebestandtheile ersetzt, welche das längere Zeit in der Verbrennungszone der Oefen verweilende Roheisen verunreinigen und technisch entwerthen.

Man beschränkt deshalb in vielen Apparaten die Erzeugung der Kohlensäure gern auf ein geringes Maass und sucht dieselbe auch da zu lokalisiren, wo man den höchsten Hitzegrad hervorzubringen beabsichtigt.

Zu diesem Ende sind die Windzuführungen am unteren Ende der Cupolöfen angelegt und so niedrig angeordnet, als es nur die Rücksicht auf das Sammeln gestattet. Gleichzeitig zieht man vielfach den Ofen an dieser Stelle etwas zusammen, weil alsdann das Verhältniss des Luftstromes zur Kohlenmenge noch günstiger für die Kohlensäureentwicklung sich gestaltet. In allen cylindrischen oder gar nach unten zu sich erweiternden Oefen ist das calorische Resultat ein weit ungünstigeres und spricht sich auch im ökonomischen Erfolge aus, wenn nicht ungewöhnliche Windzuführung stattfindet.

In welchem Verhältniss die Quantitäten Kohle stehen, die beziehungsweise Kohlenoxyd und Kohlensäure produciren, ist schwer zu ermitteln und lässt sich jedenfalls nur annähernd aus dem Luftconsum betriebener Oefen, weit weniger aus den Grössenverhältnissen des Ofenschachtes berechnen. Schinz nimmt an, dass die Hälfte der in einen Eisenhochofen gelangten Kohle zu Kohlenoxyd, die andere zu Kohlensäure verbrenne. In einem Giessereicupolofen dagegen ist das Verhältniss jedenfalls anders und es überwiegt oft die Kohlenoxydbildung, meistens aber die Kohlensäure. Jedenfalls ist es für die Betriebseinrichtungen praktisch, das Maximum des Luftbedarfs und der Geschwindigkeit zu supponiren, also die ausschliessliche Produktion von Kohlensäure anzunehmen.

Danach berechnen sich für 100 Pfd. Kohle, d. h. Cokes, die 90 Prc.*) reinen Kohlenstoff enthalten, die Luftquantitäten zu Bildung der beiden Sauerstoffverbindungen auf 1029,9 Pfd. = rund 398 Kb.-Meter zur CO^2bildung.

§. 177. Wenn nach den vorhergehenden Erwägungen zur vollkommenen Verbrennung von 100 Pfd. Cokes 1029,9 Pfd. Luft = 398 Kubikmeter erforderlich sind, so berechnen sich für die Zeit, in welcher jene 100 Pfd. Cokes verbrennen sollen, unter Berücksichtigung der in §. 175 gefundenen Contaktflächen bei den verschiedenen Cokessorten, die Geschwindigkeiten der frei hinzutretenden Verbrennungsluft in einfacher Weise.

Bezeichnet man das erforderliche Luftvolumen mit Y, so ergiebt sich für den Weg oder die Geschwindigkeit v die Formel

$$v = \frac{Y}{M_1}$$

Führt man nach einander die früher berechneten Werthe von M_1 ein, so erhält man für die verschiedenen Stückgrössen und verschiedenen Gewichte die folgenden Verhältnisszahlen in lauf. Metern:**)

Tonnengewicht	Stückgrösse von 3 Zoll od. 78 Mm.	4 Zoll od. 105 Mm.	5 Zoll od. 131 Mm.	6 Zoll od. 157 Mm.
140 Pfd.	63,4	84,5	105,9	126,4
170 Pfd.	77,0	102,5	128,6	153,5
200 Pfd.	90,6	120,6	151,4	180,6
230 Pfd.	104,2	138,4	174,0	207,7

*) Schinz giebt, a. a. O. S. 105, im Artikel 34, als Grenzwerthe des Kohlenstoffsgehaltes der Cokes 0,9 und 0,7 Kilo per 1 Kilo an, wonach sich also der Mittelwerth = 0,8 berechnet haben würde.

Bei der vorliegenden Berechnung wurde der beste Coke deshalb supponirt, weil dadurch das Maximum für die zu verbrauchende Luftmenge bestimmt wird, abgesehen von der mehrfach ausgedrückten Nothwendigkeit, zum Cupolofenbetrieb überhaupt nur gute Cokes verwenden zu müssen.

**) Hierbei ist eine Constanz der Oberflächen vorausgesetzt, welche in der Wirklichkeit nicht vorkommen kann, da mit dem

Daraus geht hervor, in welchem Verhältniss die Geschwindigkeit des Luftzutrittes wachsen muss, wenn das spez. Gewicht der Brennstoffe zunimmt und das Verhältniss der Oberfläche zum Inhalte sich verkleinert.

Dabei setzen diese Werthe noch voraus, dass der Luftzutritt ein vollkommen unbehinderter ist, dass also die Zwischenräume eines Rostes sowohl, als auch der einzelnen Brennstoffstücke unter sich eine ideale Beschaffenheit hätten.

In jedem geschlossenen Raum dagegen, wo die Zuführung der Luft nur in abgegrenzten Zonen und durch besonders vertheilte Oeffnungen stattfinden kann, muss die Geschwindigkeit noch weit grösser sein; um alle diese Hindernisse vollkommen zu würdigen, wird im Folgenden das Beispiel eines Cupolofens von einfach cylindrischer Gestalt und mittlerer Grösse betrachtet und für dessen Betrieb die Grundlage der Windführung ermittelt werden.

Zunächst sind aber noch einige Angaben über die Ermittelung der Zwischenräume für 3 Z. 4 Z. 5 Z. und 6 Z. grosse Cokesstücke in gegebenen Querschnitten zu machen.

§. 178. Schinz berechnet die Geschwindigkeit der zutretenden Luft in der Art, dass er die Intervalle einer Schicht Brennstoffs ermittelt und damit in das Luftquantum dividirt, das zu einer bestimmten Zeit (hier also in der Zeit, innerhalb welcher 100 Pfd. Brennstoff verzehrt werden sollen) in den Verbrennungsraum gelangt.

Die Intervalle einer einfachen Kugelschicht von 1 Quadratmeter räumlicher Ausdehnung sind nach Schinz:

$$= 1 - \left(\frac{n^2 . d^2 . \pi}{4}\right)$$ Quadratmeter, sobald unter n^2 die Zahl der Kugeln auf 1 Qu.-M. zu verstehen ist und d den Durchmesser der einzelnen Kugeln bezeichnet.

Fortschreiten der Verbrennung sich auch die Oberflächen verkleinern, die Luftzuführung mithin noch rascher geschehen muss, als es die folgenden Anfangsgeschwindigkeiten andeuten.

Die Zahl n^2 ist $= \left(\frac{l}{d}\right)^2$, wo l die Seite des Quadrats und d den Durchmesser der Stücke bezeichnet.

Man hat pro Quadratmeter Feuerfläche für Kugeln

von	3 Z. od. 78 Mm.	4 Z. od. 105 Mm.	5 Z. od. 131 Mm.	6 Z. od. 157 Mm.
$n_2 =$	165 ca.	91 ca.	58 ca.	40 ca.

$$\frac{n_2\, d^2\, \pi}{4} = \left(\frac{l^2}{d^2}\right)\frac{d_2\, \pi}{4} = \frac{\pi}{4} = 0{,}7853981 \text{ Quadratmeter}$$

$$1 - \frac{n_2\, d^2\, \pi}{4} = 1 - \frac{\pi}{4} = 0{,}2146019 \text{ Quadratmeter.}$$

Für die abgerundeten Kugelzahlen der Praxis:

165 91 58 40

weichen die Werthe für die Intervalle nur unbedeutend von dem theoretischen ab, z. B. beträgt $\frac{n_2\, d^2\, \pi}{4}$:

0,78840 0,78794 0,77991 0,77434

und die Intervallsumme:

0,21160 0,21206 0,22009 0,22566

Man sieht hieraus, dass die Abweichungen von dem theoretischen Werth mit der Grösse der Stücke wachsen, weil die vernachlässigten Bruchtheile hier grössere Räume repräsentiren.

Da man es aber nie mit kugelförmigen Brennstoffstücken zu thun hat, sondern mit eckigen und z. Th. sperrigen, so wird es sich empfehlen, anstatt des obigen theoretischen Werthes $\frac{\pi}{4}$ — den Werth 0,80 Quadratmeter einzuführen.

I n e i n e r B r e n n s t o f f s c h i c h t v o n b e l i e b i g e r A u s d e h n u n g, e i n e m ö g l i c h s t g l e i c h m ä s s i g e V e r t h e i l u n g g l e i c h g r o s s e r B r e n n s t o f f s t ü c k e v o r a u s g e s e t z t, w i r d s i c h a l s o d i e S u m m e d e r a l s R o s t ö f f n u n g e n z u b e t r a c h t e n d e n Z w i s c h e n r ä u m e a u f 20 P r c. d e s g e s a m m t e n Q u e r s c h n i t t e s b e l a u f e n.

Die Geschwindigkeit v der Verbrennungsluft, wie sie im §. 177 für die verschieden grossen Cokesstücke

ermittelt worden ist, steigert sich demgemäss auf das 5fache und es bedürfen 100 Pfd. Cokes in Stücken

von	3 Z. od. 78 Mm.	4 Z. od. 105 Mm.	5 Z. od. 131 Mm.	6 Z. Drchm. od. 157 Mm.
a) b. 140 Pfd. Tonnengew.	317,0	422,5	529,5	632,0
b) b. 170 Pfd. Tonnengew.	385,0	512,5	643,0	677,5
c) b. 200 Pfd. Tonnengew.	453,0	603,0	757,0	903,0
d) b. 230 Pfd. Tonnengew.	520,8	692,0	870,0	10385

laufende Meter.

Aus den vorstehenden Zahlen lässt sich erkennen, dass für eine bestimmte Geschwindigkeit der Luft, also eine bestimmte mögliche Pressung derselben sich schwerere Brennstoffe in kleinen Stücken ebenso vollkommen verbrennen lassen, als leichtere Brennstoffe in grösseren, weil die Contaktflächen, auf denselben Gehalt an Kohlenstoff resp. dieselbe Verbrennungsluftmenge bezogen, gleiche sind.

§. 179. Führt man den Faktor der Zeit ein, so ergeben sich neue und für den Giessereibetrieb direct benutzbare Verhältnisse.

Einen absolut giltigen Zeitraum für die Verbrennung von 100 Pfd. Cokes anzunehmen vermag man nicht; indess gewähren die bis jetzt günstigsten Resultate der besten Oefen dafür ein ungefähres Anhalten, sofern man sich auf die üblichen Durchsätze an Roheisen zurückbezieht.

Die Produktion an geschmolzenem Roheisen hat jedenfalls eine in dem Umfang der Fabrikation und anderen Umständen begründete Grenze der Ausdehnung. Man wird über 6000 Pfd. Guss pro Stunde nicht hinausgehen dürfen, sobald man mittlere Verhältnisse annehmen will; der Verbrauch an Brennstoff wird mit 10 Pfd. pro 100 Pfd. Guss auch nicht zu niedrig berechnet sein, umsoweniger, als es sich hier um die vollkommenste Verbrennung und die Grenzen des Luftconsums handelt.

Wenn 6000 Pfd. Gusseisen pro Stunde geschmolzen und dazu 600 Pfd. Cokes verbraucht werden, so müssen pro Secunde

$$\frac{600}{60 \cdot 60} = \frac{1}{6} \text{ Pfd. Cokes verbrannt werden.}$$

Demnach würden die im vorigen Paragraph berechneten Maxima der Geschwindigkeitswerthe pro Quadratmeter für vollkommene Verbrennung im Cupolofen pro Secunde in Metern betragen:

	für Cokesstücke von			
	3 Z. od. 78 Mm.	4 Z. od. 105 Mm.	5 Z. od. 131 Mm.	6 Z. Drchm. od. 157 Mm.
a) b. 140 Pfd. Tonnengew.	0,528	0,704	0,883	1,053
b) b. 170 Pfd. Tonnengew.	0,642	0,854	1,071	1,279
c) b. 200 Pfd. Tonnengew.	0,755	1,005	1,261	1,505
d) b. 230 Pfd. Tonnengew.	0,868	1,153	1,450	1,731

Vergleicht man die gefundenen auf praktischen Consequenzen beruhenden Werthe mit dem von Schinz durch Versuche in einem, allerdings mit allen Vorrichtungen gegen Wärmeverluste u. s. w. gesicherten Apparat gefundenen Werthe von 0,39 Metern pro Quadratmeter Contaktfläche, so könnte man sich sofort ein nachtheiliges Urtheil über die Wärmeverluste in den Cupolöfen bilden, deren günstigste Betriebsresultate hier als Grund der Rechnung angenommen wurden.

Da aber die Schinz'schen Versuche mit Cokesstücken von 20—35 Mm. Drchm. ausgeführt sind, deren Gewicht nicht genau angegeben ist, und da Vermuthungen sich nicht gut machen lassen, so könnte ein Vergleich nur mit einem Mittel der für 3 Zoll grosse Kohlenstücke gefundenen Geschwindigkeiten stattfinden, also mit 0,632 Meter.

Nun verhalten sich die Geschwindigkeitswerthe der obigen Tabelle annähernd wie die Durchmesser der Stücke — spezifisches Ge-

wicht und andere Umstände gleich angenommen.

Demgemäss liesse sich für einen Durchmesser von 35 Mm. auch auf eine Geschwindigkeit von etwa 0,39 Meter schliessen.

§. 180. Wendet man die Ergebnisse der vorigen Paragraphen dazu an, das erforderliche Windquantum und die Grösse der Windzulässe zu bestimmen, so gelangt man im Wesentlichen zu folgenden Resultaten:

Sollen $^1/_6$ oder 0,16 Pfd. Cokes pro Secunde verbrannt werden, wie oben angenommen wurde, so erfordern dieselben etwa

1,7166 Pfd. oder 858,3 Grammes = 0,663 Kubikmeter atmosphärische Luft von gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck.

Ohne auf die Correktionen einzugehen, welche der geringe bei den Cupolöfen gebräuchliche Grad der Spannung in der Gebläseluft theoretisch erfordern würde, berechnen sich für die verschiedenen Cokessorten folgende Düsenverhältnisse in Quadratmetern:

	Cokesstücke von 3 Z. od. 78 Mm.	4 Z. od. 105 Mm.	5 Z. od. 131 Mm.	6 Z. Drchm. od. 157 Mm.
a) b. 140 Pfd. Tonnengew.	1,25910	0,94258	0,7516	0,62956
b) b. 170 Pfd. Tonnengew.	1,0339	0,77624	0,619	0,51848
c) b. 200 Pfd. Tonnengew.	0,8785	0,6598	0,5262	0,4407
d) b. 230 Pfd. Tonnengew.	0,76393	0,57374	0,4574	0,38322

Aus den vorstehenden Werthen lassen sich für jede Annahme ganz leicht die Dimensionen der Windeinlässe bestimmen; selbstverständlich muss man sich vorher für eine Art der Ofenconstruktion entschieden haben.

§. 181. Soweit bis jetzt der Gang der Verbrennung betrachtet worden ist, wurde auf den

Raum, in welchem dieselbe stattzufinden hat, keine Rücksicht genommen. Dieses wird nothwendig, wenn man sich den realen Verhältnissen nähern will, welche den Einfluss des geschlossenen Raumes deutlich erkennen lassen. Würde man z. B. nach den in den vorigen Paragraphen ermittelten Geschwindigkeitswerthen des Luftzutrittes, sowie den Werthen für die Quantität — die Pressung bestimmen, welche für die verschiedenen Brennstoffsgewichte zu erzielen wären, so hätte man vergessen, den Gegendruck in Rechnung zu bringen, welcher durch die Widerstände der Schmelzsäule hervorgerufen wird.

Nicht nur im Hochofen- oder Cupolofenschacht, sondern in jedem Verbrennungsapparate bietet der Brennstoff der zutretenden Luft und den aufsteigenden Gasen einen mehr oder minder beträchtlichen Widerstand; eine genaue Messung oder Bestimmung desselben ist aber unmöglich, denn er ist nie völlig constant und hängt überhaupt von der Grösse der Brennstoffstücke, von der Zusammensetzung der Gase und von der Temperatur derselben ab. Es ist indessen nichtsdestoweniger wünschenswerth, Annäherungswerthe dafür zu finden, da nur mit Hilfe solcher die Mittel zur Verminderung des Widerstandes erkannt und gefunden werden können.

Aus den vorerwähnten Gründen hat Schinz versucht, solche Werthe zu bestimmen, und sich hierzu der Versuchsresultate bedient, welche ihm seine Arbeiten über die Contaktfläche geliefert hatten (vgl. Documente u. s. w., Artikel 14, S. 40).

Die zwischen den Brennstoffstücken aufsteigenden Gase müssen sich, nach Schinz's eigenem Ausdruck, durch unendlich viele sehr kleine Kanäle hindurchwinden, die aus den Zwischenräumen der über einander gelagerten Brennstoffstücke bestehen, es ist also ganz dasselbe, als ob Luft durch ein System von Röhren hindurchgeführt würde, so dass auch die hierfür giltigen Coefficienten anzuwenden sind; die einzige Schwierigkeit ist nur die Unregel-

mässigkeit der Kanäle, so dass eine richtige Abschätzung derselben nicht möglich ist.

Bestünden die Brennstoffstücke, wie es bei der Evaluation der Contaktflächen angenommen ist, wirklich aus gleichgrossen Kugeln, so würden sich Form und Grösse der Kanäle fast genau berechnen lassen; in Ermangelung eines besseren Anhaltspunktes muss hier die gleiche Annahme gelten.

Die Intervalle der Brennstoffstücke in einer Schicht von 1 Quadratmeter Grösse betrugen nach §. 178 zusammen

ca. 0,2146019 Quadratmeter und bezeichnen die Summe der Querschnitte für die Gaskanäle des Verbrennungsherdes. Aus dieser Querschnittssumme berechnet sich die Geschwindigkeit der Gase sehr leicht durch Division des durch Rechnung — oder durch Versuche (wie bei Schinz) — zu ermittelnden Gasquantums mittelst jener Querschnittssumme, auf die Zeiteinheit einer Secunde bezogen.

Der Widerstand aber, den die Gase bei ihrem Durchgang durch diese engen Kanäle finden, setzt sich zusammen:

a) aus der Reibung an den Wänden der Kanäle,
b) aus der Veränderung der Stromrichtung um die einzelnen Stücke herum,
c) aus den Folgen der Querschnittsveränderungen der Kanäle, welche eine Expansion und Contraktion der Gase bei Erweiterung resp. Verengung der Kanäle hervorrufen.

Von diesen Faktoren dürften nur die beiden ersten zur Bestimmung kommen, da die Werthe des Letztgenannten zu klein sind, um einen wesentlichen Einfluss zu üben.

Im §. 179 wurde angenommen, dass in einem gutgeführten Cupolofen mit hinreichender Windzuführung pro Secunde

$^1/_6$ Pfd. Cokes oder rund 83,333 Grammes zu Kohlensäure verbrannt würden.

Dieses Quantum erfordert unter der früher schon

gemachten Voraussetzung, dass die Cokes 90 Prc. reinen Kohlenstoff enthalten,

für 75 Gr. C — ca. 200 Grammes Sauerstoff oder 858,3 Gr. = (den Liter zu 1,295 Gr.) 0,6624 Kbk.-M. Luft unter gewöhnlichen Temperatur- und Druckverhältnissen.

Es werden dabei producirt:

275 Gr. = (der Liter à 1,97 Gr. berechnet) 0,1466 Kbk.-M. CO^2

658,3 Gr. = (der Liter à 1,25 Gr. berechnet) 0,5266 Kbk.-M. N.

zusammen also 0,6732 Kbk.-M.

Gase von gewöhnlicher Temperatur.

Um nun die Temperatur zu bestimmen, welche in dem Verbrennungsraum herrschte, ist zu erwägen, dass 0,075 Kilo Kohlenstoff = 0,05 . 8000 = 600 W.-Einh. producirt haben.

Die Produkte aus den Gewichten der Gasmengen in die spezifischen Wärmen der Gase geben demnächst eine Summe, welche, in die obige Wärmemenge dividirt, die gesuchte Temperatur als Quotienten giebt.

Es sind demnach die Produkte:

0,275 Kilo $CO^2 \times 0{,}2164$ (Schinz) = 0,05951

0,685,3 Kilo N $\times$ 0,2440 (Schinz) = 0,16721

Die Summe beträgt mithin 0,22672 und die im Herd herrschende Temperatur bestimmt sich folglich

$$= \frac{600}{0{,}22672} = 2646^0 \text{ Cels.}$$

Nach dieser Temperaturhöhe, bei welcher übrigens die etwaige latente Wärme des Wasserdampfes in den Gasen nicht mit in Anrechnung gebracht worden ist (dieselbe ist jenen 600 W.-E. abzuziehen), rektificiren sich die producirten Gasmengen und ihre Geschwindigkeit.

Einen constanten Druck vorausgesetzt, berechnet sich das Volumen der Gase bei einer Temperatur t auf

$V^2 = \frac{V_1 (1 + 3\,\delta\, t_2)}{(1 + 3\,\delta\, t_1)}$, wenn δ den Ausdehnungscoefficienten für die Länge vorstellt.

Setzt man $\delta = 0{,}001222$, $t_1 = 0$, $t_2 = 2646^0$, $V_1 = 0{,}6732$ Kubikmeter, so ist $V_2 = 7{,}2034$ Kubikmeter.

§. 182. Bezeichnet man mit Q den Querschnit des Ofens in Quadratmetern, so ergiebt sich als Anfangsgeschwindigkeit der Gase innerhalb des aufgeschichteten Brennstoffs

$v_1 = \frac{V_2}{0{,}2146\ Q}$ für alle Stückgrössen des Brennstoffes.

Für 1 Quadratmeter Querschnitt ist z. B. $v_1 = 33{,}709$.

Vergleicht man diese Geschwindigkeit der Verbrennungsprodukte mit den weiter oben §. 179 für dieselben Modalitäten entwickelten Eintrittsgeschwindigkeiten der Verbrennungsluft, so sieht man sofort, welche Spannung im Ofen herrschen muss und wie hoch man die Pressung des einzuführenden Windes steigern muss, um nicht nur die innere Pressung zu überwinden, sondern auch noch so viel Luft in der bestimmten Zeit einzublasen, als zur Verbrennung erforderlich ist.

Die Spannung der Gase im Ofen ist selten gemessen worden, man kann sie aber aus der Stromgeschwindigkeit berechnen, wenn man sich der einfachen Formel $p_0 = \frac{{v_1}^2}{g}$ bedient, also alle Rücksichten auf Temperatur u. s. w. vernachlässigt.

Den obigen Werth für v_1 einsetzend, für g aber 9,81 M., erhält man als Druckhöhe, in einer Säule von Verbrennungsprodukten ausgedrückt — 115,83 M. — also einen Ueberdruck in Wasser von $\frac{p_0 \,.\, 933{,}3}{673000} = \frac{p^0}{710{,}3} = 0{,}163$ Metern oder ca. 6 Zoll.

Dieser durch die Expansion der Gase im Ofen hervorgerufene Druck ist ohne Beziehung zu dem Druck, welcher dem Eintritt der Verbrennungsluft correspondirt, muss demselben aber zur Erreichung der wirklich auszuführenden Verbrennung (die Consumtion von 1/6 Pfd.

Kohlen pro Secunde vorausgesetzt) hinzugefügt werden und ergiebt sodann den summarischen Druck p in dem Apparate.

Die allgemeine Formel für p würde hiernach lauten:

$$p = p_0 + \frac{(v)^2}{g},$$ wo v = dem §. 178 auf $\frac{V}{0{,}2146\ M_1}$ bestimmten Weg der Verbrennungsluft pro 100 Pfd. Kohle;

g = der Secundenpendellänge;

p_0 = dem oben ermittelten Gasdruck entspricht.

Da für v eine ganze Reihe von Werthen bestimmt sind, so kann man sich den, allen einem Beispiel zu Grunde liegenden Verhältnissen entsprechendsten aussuchen und einsetzen. Für die Cokessorte z. B., die 200 Pfd. pro Tonne wiegt, ergiebt sich für die Stückgrössen 3—6 Zoll incl. eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 679 Metern pro 100 Pfd. Cokes, also pro 10 Minuten.

Pro Secunde ergiebt sich daraus eine Geschwindigkeit von 1,13 Metern bei hinreichend freiem Luftzutritt, wie ihn die Düsenquerschnitte des §. 180 voraussetzen.

$\frac{(v)^2}{g}$ ist hiernach = 0,11519 Meter Luftsäule

und $= \frac{0{,}11519\ .\ 858{,}3}{662400}$ Meter Wasser

oder 0,00014926 Meter, also ein nicht mehr messbarer Ueberdruck.

Dieses Ergebniss ist insofern von Wichtigkeit, als es zeigt, dass die Luftzufuhr **an sich** keines Ueberdrucks bedarf und dass es nur die Spannung der Ofengase, so wie deren Bewegungshindernisse sind, welche dem Gebläsewind entgegen wirken und eine bestimmte Spannung desselben erforderlich machen, abgesehen von der etwaigen Verkleinerung der Düsenquerschnitte des §. 180.

Während Schinz zur Bewegung der Gase den

Effekt eines Gebläses oder einer Esse voraussetzt und aus der Geschwindigkeit der Gase, die eher bekannt sein dürfte als die entsprechende Manometerdruckhöhe, die letztere berechnet, sollen hier, von der früher geschehenen Annahme einer bestimmten Kohlenstoffverbrennung pro Zeiteinheit ausgehend, zunächst die Reihe der Widerstände betrachtet und ihre Einzelwerthe berechnet, dann auf die erfahrungsmässigen Verhältnisse bezogen werden.

§. 183. Die Widerstände, welche die gefundene Druckhöhe fast vollständig consumiren, berechnen sich nach Schinz folgendermaassen:

Die Reibung, für welche die Formel $\frac{K \cdot C \cdot F}{4\,S} \cdot p = p_1$ gilt, erfordert die Kenntniss der Elemente: K = des Reibungscoefficienten, C . F = der Reibungsfläche (in diesem Fall die Contaktfläche) und S = des Zwischenraums zwischen den Cokes.

K wird von Schinz = 0,024 angegeben; für C F haben wir nach §. 175 $\frac{1}{600}\,(M_1) = \frac{100\,M}{600\,P}$, wo für M die Oberflächensumme pro Tonne und für P das Tonnengewicht in preuss. Pfunden einzusetzen ist.

Es ergeben sich daraus folgende Werthe von CF in Quadratmetern

	für eine Stückgrösse von:			
Tonnengewicht	3 Zoll od. 78 Mm.	4 Zoll od. 105 Mm.	5 Zoll od. 131 Mm.	6 Zoll od. 157 Mm.
140 Pfd.	0,010458	0,006855	0,00626	0,005246
170 Pfd.	0,008613	0,006469	0,00516	0,004321
200 Pfd.	0,007321	0,005499	0,00438	0,003672
230 Pfd.	0,006366	0,004781	0,00381	0,003193

Die Summe der Zwischenräume S zwischen den Cokesstückchen ist = 0,2146 Q, wenn Q den Querschnitt des Ofens bedeutet. Je grösser derselbe ist, um so kleiner wird die Reibung nach der obigen Formel für p_1, wo S im Nenner steht. Es geht

daraus der Vorzug weiter Oefen hervor, sobald es sich lediglich um diesen einen Punkt handelt.

Rechnet man z. B. den Ofendurchmesser für die Leistung von 60 Ctr. pro Stunde auf $2^1/_2$ Fuss oder abgerundet 0,785 Meter, so beträgt der Ofenquerschnitt

Q = 0,483982 Quadratmeter und
S = 0,2146 Q = 0,1038 Quadratmeter.

Auf $^1/_6$ Pfd. Cokesfüllung würde demgemäss die Reibung betragen:

$p_1 = p \cdot \frac{0{,}024 \; C \; F}{0{,}4152}$, wo für p auch die wirkliche Spannung im Ofen, wenn derselbe in vollem Betrieb ist, eingesetzt werden kann.

Diese Spannung beträgt nach den Ermittelungen von §. 182 für Cokes von 200 Pfd. Tonnengewicht, im Mittel der Stückgrösse 3—6 Zoll, wie wir sie hier voraussetzen wollen, nur 0,163 Meter oder 6 Zoll Wasser, vorausgesetzt, dass die Verbrennungsluft selbst ohne Druck eintritt.

p_1 ist dann $= 0{,}163 \cdot \frac{0{,}024 \cdot 005218}{0{,}4152 \cdot}$ Meter
$= 0{,}000049164$ Meter.

Die wirkliche Summe an Reibungsverlusten, den Inhalt des Ofens $= P_1$ gerechnet, ist aber $p_1 \cdot P$.

Rechnet man die Füllung eines Ofens (bei 8 Fuss Totalhöhe und 2 Fuss Gestellhöhe, also 6 Fuss = 1,883 M. wirkliche Schmelzsäule und $2^1/_2$ Fuss = 0,785 M. Durchmesser) auf ca. 4 Tonnen = 800 Pfd., so ergiebt sich an Reibungsverlusten, indem man die Eisenstücke der Schmelzsäule gleich gross mit den Cokesstücken voraussetzt, der Maximalwerth von 0,23594 Metern Wasserdruck, welcher somit die Gasspannung des Inneren weit überwiegt, bei einer dadurch bewirkten Verminderung derselben aber auch selbst rasch herabsinkt.

§. 184. Die Verlustsumme durch Umbiegungen $p_{,,}$ berechnet Schinz nach der Zahl von Kugelschichten, die im Herd übereinander liegen und hier tritt mehr noch als bei den Reibungsverlusten die Rück-

sicht auf den Ofendurchmesser auf. Je grösser diese ist, um so geringer ist die Schichtenhöhe.

Einen ähnlichen Einfluss hat die spezifische Schwere des Brennstoffs — da die Kugelzahl in demselben Raum bei den leichten Brennstoffen für gleiches Gewicht grösser ist, als bei den schweren.

Die Schinz'sche Formel x . p = p„ enthält in der Grösse x die Kugelzahl, die pro Tonne Cokes à $7\frac{1}{2}$ Quadratfuss lt. §. 175

je 455 192 98 57 für die Durchm. von beziehungsweise 3 Z. 4 Z. 5 Z. 6 Z. betrugen.

Berechnet man x für 100 Pfd. Cokes überhaupt, so findet man in runden Zahlen:

für das Tonnengew. von	für die Stückgrössen von 3 Zoll od. 78 Mm.	4 Zoll od. 105 Mm.	5 Zoll od. 131 Mm.	6 Zoll od. 157 Mm.	im Durchschnitt
140 Pfd.	325	137	70	41	143
170 Pfd.	268	114	58	34	121
200 Pfd.	228	96	49	29	101
230 Pfd.	198	83	43	25	87

Die Zahl der übereinander liegenden Kugeln wäre alsdann genau genommen = einer der obigen Zahlen dividirt durch die Zahl einer Schicht — weniger der Anzahl derer, die nebeneinander die unterste Lage bilden und keine Ablenkung verursachen können.

Unter Bezugnahme auf dasselbe Ofenbeispiel, das im vorigen Paragraph gewählt wurde, stellt sich die Kugelzahl bei 4 Tonnen = 800 Pfd. Inhalt überhaupt auf durchschnittlich 808 (das Eisen in gleich grossen Stücken vorausgesetzt). Der Querschnitt des Schachts von $2^1/_2$ Fuss = 785 Mm. Durchmesser beträgt circa 4,9 Quadratfuss; rechnet man pro Quadratfuss (vgl. S. 175) ca. 9 Kugeln, so liegen in einer Schicht etwa 44,1 Kugeln, welche in jene 808 zu dividiren sein würden.

Es bliebe also $x = \frac{808 - 44{,}1}{44}$ oder 17,4

x . p = 0,163 . 17,4 = 1,836 Meter, wenn p hier wiederum nur die Spannung der sich erhitzenden Verbrennungsprodukte im Ofen be-

deutet. Von einer Esse oder einer anderen den Zug befördernden Vorrichtung ist hierbei ganz abgesehen, während Schinz die betreffende Wirkung seines Versuchsapparates vollkommen in Rechnung zieht. Für Giessereizwecke, wie überhaupt für metallurgische Arbeiten ist es genügend, wenn die Gase ohne jede andere Geschwindigkeit den Ofen verlassen, als die vermöge ihrer höheren Temperatur ihnen innewohnende.

§. 185. Von den beiden Verlustwerthen, welche für Reibung und Umbiegung gefunden worden sind, kann indessen nur etwa die Hälfte zur wirklichen Berechnung kommen, da für jede Schicht Brennstoff sich die Wege der Gase, mithin die Werthe der Contaktflächen und die Zahl der Umbiegungen vermindern.

Einer Spannung von 0,163 Metern = 6 Zoll Wasser würden im vorliegenden speziellen Fall entsprechen:

a) ein Reibungsverlust von $\frac{0{,}23594}{2} = 0{,}11797$ Metern,

b) ein Umbiegungsverlust von $\frac{1{,}8360}{2} = 0{,}9185$ Metern.

Der Spannung von 0,163 Metern, welche die Gase, ohne jene Hindernisse, besitzen müssten, treten Widerstände von zusammen: 1,03647 Meter Wassersäule entgegen. Der Gebläsewind muss also eine Maximalspannung von

1,03647 — 0,163 Metern = 873 Mm. oder über 33 Zoll

Wasser besitzen, um das freie Austreten der Gase aus der Gicht, ohne eine andere Spannung als die früher angedeutete, zu bewirken.

Diese Pressungshöhe ermässigt sich indessen abermals, wenn man bedenkt, dass die nach unten zu vorangeschrittene Verbrennung der Cokes das Kleinerwerden der Stücke, folglich auch die Verminderung der Contaktflächen und der Umbiegungsverluste, dagegen die Erweiterung der Zwischenräume nach sich zieht und dass ein der Schachthöhe proportionales Voranschreiten der Widerstände vom Gestell nach der Gicht zu wie von 0 bis zum gefundenen Maximal-

werthe stattfinde. Es würden sich die Verluste also auf die Hälfte, d. h. 0,51823 Meter reduciren.

Eine weitere, aber nicht berechenbare Reduktion erfahren sie dadurch, dass bei scharf gehenden Oefen durch das Schmelzen der Roheisenstücke (die zur Vereinfachung der Rechnung hier wie Cokesstücke angesehen worden sind) die Contaktflächen und die Bildung der Gaskanäle in energischer Weise modificirt werden.

Wie weit dieser Einfluss geht, ist schwer zu entscheiden, da die praktischen Roheisenschmelzer den Beginn der Schmelzzone nicht übereinstimmend zu bezeichnen vermögen und die Apparate sich darin auch ungleich verhalten.

Es folgt daraus, dass ein Gebläse, welches der ausgerechneten Maximalwindpressung in seinen Leistungen entspricht, nie in vollen Anspruch genommen zu werden braucht, um so weniger, da noch die Wirkung des Ofens selbst als Esse und der ihm event. aufgesetzten kurzen Esse von 30—35 Fuss hinzukommt, um die Widerstände abzuschwächen event. ganz aufzuheben.

Bei den Versuchen von Schinz erschienen die gefundenen Grössen des Essenzuges einerseits und die Summe der Widerstände (einschliesslich der Essenreibung) andererseits bis auf geringe Differenzen äquivalent.

Ohne diese Resultate auf die Prauis direkt übertragen zu wollen, können wir doch behaupten, dass für den von uns betrachteten Schachtofen (die gegenseitigen Verhältnisse der Reibungsverluste, wie sie aus den Schinz'schen Versuchen mit ziemlicher Uebereinstimmung hervorgehen, vorausgesetzt) der Zug des Ofens allein im Stande ist, die Widerstände zu besiegen.

Demnach wäre eine Windpressung, welche der ursprünglichen Gasspannung im Ofen äquivalent ist, zum Betrieb bereits genügend, sobald es möglich ist, die Windzuführungen des §. 180, nach dem gefundenen Winddruck entsprechend modificirt, beizubehalten.

§. 186. Im Anschluss an die vorhergehenden Berechnungen lassen sich die Fragen der Wärmeab-

sorption durch Wind und Gase am besten behandeln, um auch diese Verlustquellen festzustellen, die freilich einen anderen statischen Faktor, die Wärmeentwicklung des Apparats betreffen.

Nach den §. 182 gemachten Berechnungen producirten die pro Secunde verbrannten

83,333 Gr. Cokes mit ca. 75 Gr. Cgehalt etwa

	0,1466	Kubikmeter	CO^2
	0,5266	„	N
zusammen	0,6732	„	Gase von etwa 2646° C.

Die producirte Wärmemenge belief sich dagegen auf 600 W.-E., von denen ein Theil durch die Winderhitzung resp. die der Gase, ein anderer Theil durch die Schmelzung des Roheisens und ein dritter durch Strahlungsverluste absorbirt werden musste.

Die zur Verbrennung nothwendigen 858,3 Grammes = 0,6624 Kubikmeter Luft bedürfen zu ihrer Erhitzung auf die obige Gastemperatur eines Wärmequantums von (vgl. S. 16)

W = Q w t, wo Q die Gewichtsmenge, w der Coefficient der spezifischen Wärme, t die verlangte Temperatur bedeutet.

W ist hiernach = 0,8583 . 0,2370 . 2646°

= 536 Wärmeeinheiten, ein Quantum, das sich durch Aufnahme des Kohlenstoffs bis zu 600° in den Gasen steigert. Hiernach bliebe nichts für die Roheisenschmelzung übrig; bedenkt man aber, dass die erhitzten Gase nicht mit der gefundenen Temperatur, also 2646° den Ofen verlassen, sondern mit 10—15 Prc. dieser Wärme, so ergiebt sich eine Wärmemenge von 510—540 Wärmeeinheiten, die innerhalb des Ofens verwendet werden, also zur successiven Erwärmung des Brennstoffs auf die den Verbrennungsgasen entsprechende Temperatur und zur Schmelzung des Roheisens.

Diese Methode der Berechnung ist gleichzeitig einfacher und richtiger als die von Mallet, über welche S. 98 in historischer Folge der übrigen Mittheilungen des englischen Civilingenieurs berichtet worden ist.

Der theoretische Brennmaterialverbrauch ist viel zu hoch, da der Wind als auf die Schmelztemperatur des Eisens erwärmt und keine Benutzung von einem Theil dieser Wärme innerhalb des Apparates vorausgesetzt ist.

Wenn anzunehmen ist, dass die Gase mit nur 10—15 Prc. der Temperatur den Ofen verlassen, sobald die früher berechneten Windzuführungsverhältnisse existiren, entspricht der von Mallet supponirte Minimalverbrauch an Cokes noch keineswegs der Grenze technischer Ausführbarkeit.

Zur Controle soll hier gleich die auf eine Temperatur von 2646° bezogene Wärmeconsumtion für Brennstoffvorwärmung und Eisenschmelzung hergesetzt werden.

Benutzt man die von Schinz in seinem Werke S. 32 gegebene Tabelle der Werthe für die spezifische Wärme verschiedener Materialien, so findet man die zur Vorbereitung der Cokes erforderliche Wärmemenge

$W_1 = 2646(^0) \,.\, 0{,}083\,(Gr.) \,.\, 0{,}651135 = 143{,}58$ W.-E.

und die zum Roheisenschmelzen nothwendige Wärmemenge

$W_{,,} = 2646(^0) \,.\, 0{,}833\,(Gr.) \,.\, 0{,}166469 = 367{,}06$ W.-E.

Für das graue Roheisen bestimmte Schinz die spezifischen Wärmewerthe nur für die Temperaturen zwischen 1100 und 2000°, und es wurde hier für $W_{,,}$ der bei 2000° gefundene Werth von w eingesetzt.

Es vertheilt sich also der Wärmeconsum, wie folgt:

a) Vorwärmen des Brennstoffs
$W_1 = 143{,}58$ Wärmeeinheiten,

b) Roheisenschmelzen
$W_{,,} = 367{,}06$ Wärmeeinheiten,

c) Leitungsverlust in den Ofengasen
$W_{,,,} = 60—75$ Wärmeeinheiten.

Es bleiben also noch etwa 14,34—29,34 Wärmeeinheiten zur Compensation für Strahlungsverluste — Wärmeverluste durch Wassergehalt der Luft u. s. f.

Da die supponirte Temperatur eine verhältnissmässig hohe ist und selten in der Praxis erreicht werden mag, bleibt noch mehr Wärme übrig, um der Strah-

lung, sowie den sonstigen kleineren Verlusten zu begegnen.

§. 187. In den vorigen Paragraphen wurde hingestellt, in welcher Weise die Wärmeproduktion und -consumtion bei der möglichst niedrigen Windpressung von circa 6—7 Zoll Wasser sich gestalteten.

Ein einfaches Raisonnement wird darüber unterrichten können, wie sich diese Faktoren des Betriebes verhalten, sobald die Windpressung gesteigert wird.

Zunächst steigert jede Zunahme an Pressung die Verbrennungsenergie dadurch, dass in dem Verbrennungsraume die Gase ebenfalls comprimirt werden und die ihnen von Hause aus innewohnende Wärmemenge auf einen geringeren Raum reducirt, den Temperaturgrad derselben erhöht, also den pyrometrischen Effekt der Verbrennung steigert. Diese Steigerung theilt sich den herabrückenden Brennstoffen mit, der Zeitpunkt der lebhaften Entzündung und Verbrennung rückt rascher heran, und es verbrennen in der Zeiteinheit grössere Mengen Kohlenstoff als bei geringerem Druck.

Schinz giebt für die obwaltenden Verhältnisse (S. 24 seines Werks) folgende Formel an:

$T'' = \frac{W}{w}\left(1 + \frac{p}{B}\right)$, wo W die producirte Wärmemenge, w den Coefficient für die spezifische Wärme der Produkte, B den Barometerstand und p den Manometerstand bezeichnet.

Die im vorigen Paragraph gefundene Wärmemenge von 600 Wärmeeinheiten ergab bei gewöhnlichem Luftdrucke eine Temperatur von 2646°; dieselbe müsste einer Correktion unterworfen werden, wenn man die Spannung der Gase, wie aus dem §. 182 hervorgeht, = 0,163 Metern Wasser annehmen muss. Diese Correktion ist indessen sehr unbedeutend. Denn der Faktor $\left(1 + \frac{p}{B}\right)$ würde in dem Falle $\left(1 + \frac{0,163}{10,308}\right)$

betragen, jene Temperatur sich also um $\frac{163\ W}{10308\ w}$ steigern.

Eine Produktion von Wärme findet nach Schinz überhaupt dabei nicht statt, sondern die Wirkung einer gesteigerten Pressung ist nur lokal und macht sich im Gestell hauptsächlich durch eine energischere Verbrennung geltend. Dagegen verursacht diese Temperaturerhöhung im eigentlichen Schmelzraume des Ofens auch die direkte Einwirkung des Kohlenstoffs auf das Roheisen und begünstigt, wie jede zu weit gehende Temperaturerhöhung, im Ofengestell die Reduktion der Erden, Kieselsäure u. s. w. in dem Sande der Eisenbarren und der Asche des Brennstoffes.

Dieser nachtheiligen Einflüsse ungeachtet wird man stets mit einer gewissen Spannung auch bei den Giessereiöfen arbeiten müssen, da doch jedenfalls der Widerstand der Schmelzsäule überwunden werden muss. Derselbe beschränkt sich für cylindrische Oefen mit anschliessenden Essen auf die Querschnittsverminderungen durch die Stücke, welche die Schmelzsäule zusammensetzen, also auf die Spannung, welche der hierdurch gesteigerten Austrittsgeschwindigkeit der Gase entspricht.

Profiländerungen z. B. Einschnürungen u. s. w. vermindern den Effekt des natürlichen Ofenzuges und der Effekt des Gebläses muss dann einen Theil der Reibungs- und Umbiegungswiderstände beseitigen.

Dazu tritt noch die nicht immer mögliche Anlage ausreichend weiter Windzulässe, in Folge dessen auch die Eintrittsgeschwindigkeit des Windes eine grössere werden muss, mit welcher dann auch in entsprechendem Maasse die Pressung wächst.

Es wird sich empfehlen, für jeden Ofen die Pressung unter zu Grundelegung der beabsichtigten Betriebsergebnisse zu berechnen; so viel lässt sich aber im Allgemeinen feststellen, dass die für einen Cupolofen zweckmässiger Bauart erforderliche

Windpressung nicht unter sechs Zoll Wasserdruck betragen darf, andrerseits aber auch 15 Zoll nicht zu überschreiten braucht, ohne ungünstig zu wirken.

§. 188. Im Anschluss an das Ebengesagte sind noch einige Bemerkungen über die Windmenge zu sagen, welche den eingehaltenen Pressungen entspricht. Eine ausführliche Arbeit von A. Ledebur in Berlin (Berg- und hüttenmännische Zeitung 1870, S. 277) behandelt die Unzuverlässigkeit der Windtabellen für die Berechnung der in einen Schachtofen eingeführten Windmengen nach dem Manometerdruck in der Windleitung, und constatirt dieses durch mehrere Berechnungen wirklicher Betriebsverhältnisse. Doch ist auf den Widerstand der Schmelzsäule nicht eingegangen worden, obwohl dieser Faktor als einziger Grund der Nichtübereinstimmung angegeben ist; für die gewagte Behauptung, dass bei verhältnissmässig engen Düsen und stärkerer Pressung, wie sie beim Hochofenbetriebe vorkommen können, die Consultation der Windtabellen ein besseres Resultat lieferten, als für die Schachtöfen der Giesserei, muss dem Verfasser die Verantwortung allein überlassen werden. Im §. 169 sind bereits die von J. von Hauer und Wedding ausführlich bearbeiteten Fragen der Correktion aller aus den Windtabellen hervorgehenden Werthe erwähnt worden. Tunner und Rinman haben (vgl. Leobener Jahrbuch 1860, S. 286, Berg- und hüttenmänn. Zeitg. 1861, S. 406 — daraus Percy-Wedding 2. Abtheil. S. 187) Versuche angestellt, aus denen 6—24 Millim. Quecksilberstand als Ausdruck für die Pressung hervorgingen.

Die Ursachen, welche sich bei Wedding (a. a. O. S. 191) angegeben finden, treffen wesentlich mit denen zusammen, welche hier, §. 182, angeführt wurden.

Es sind:

1) Windpressung (welche hier allerdings = 0 vorausgesetzt worden ist);
2) Ofenhöhe über der Form, welche, insofern die Hindernisse der Gasbewegung grösser wer-

den als der natürliche Zug des Ofenschachtes, in Mitwirkung kommt;

3) Beschaffenheit der Schmelzmaterialien, die mehr oder minder dicht liegen (je nach der Stückgrösse) und die Bewegungsquerschnitte verkleinern oder vergrössern;

4) die Temperatur des Ofeninnern, welche expandirend auf die Gase wirkt, deren Volumen an sich, die ausschliessliche Bildung von Kohlensäure vorausgesetzt, nicht viel grösser ist als das der erforderlichen Luft. (Absolut gleich sind die Volumina nicht, wie bei Percy-Wedding S. 191 behauptet zu werden scheint.)

Vergleicht man die von Rinman und Tunner gefundenen Werthe:

6—24 Millim. = ($^1/_4$—1 Z.) Quecksilbersäule oder 81,6—326,4 Millim. = (3,4—13,6 Z.) Wassersäule mit dem für Cupolöfen auf theoretischem Wege ermittelten, so ist der Unterschied nicht so bedeutend, als es die verschiedenen Höhen der Apparate wohl erwarten liessen. Die Verbreiterung der Schmelzsäule oberhalb des Gestelles, der Einfluss der Rast, mag lockernd und vertheilend auf die Massen einwirken und die Hindernisse des Aufsteigens der Gase weniger gross erscheinen lassen.

Genug, diese mit grosser Sorgfalt angestellten Versuche gestatten die Ueberzeugung auszusprechen, dass die Spannung im Cupolofen, wie sie früher berechnet worden, keinesfalls zu gering befunden werden kann.

Bei der Berechnung der Luftmenge nach Düsenquerschnitt und Windpressung eines Cupolofens ist es demnach erforderlich, von dem Manometerstand mindestens 6 Zoll Wassersäule abzuziehen und den Rest als Druckhöhe in der Windtabelle aufzusuchen. Dadurch modificiren sich die in den früheren Paragraphen berechneten Resultate um bedeutendes — Correktionen, die damals, ehe eine Begründung derselben

theoretisch versucht worden war, nicht gemacht werden konnten.

Genauer corrigiren sich die Resultate natürlich, wenn die Gasproduktion, Temperatur und Geschwindigkeit des Gasstromes besonders berechnet und daraus die Spannung im Ofen abgeleitet werden, was dem Leser überlassen bleiben muss; hier konnte nur der Weg dazu angedeutet werden.

§. 189. Die Temperatursteigerung durch hohe Pressung der Gebläseluft und durch Beibehaltung einer bedeutenden Spannung im Ofenraume selbst, hat in neuerer Zeit eine interessante Anwendung in den Hochdrucköfen Bessemer's gefunden, die der Hoffnungen halber, die sich an sie knüpfen, der Erwähnung an dieser Stelle wohl werth sind.

Die Grundlagen und Zwecke der neuen Apparate sind nach dem Programm des Erfinders ungefähr folgende:

Wenn mittelst der Tiegelschmelzerei Gussstahl oder Homogeneisen aus Puddelstahl oder Stabeisen u. s. w. dargestellt wird, bedarf man einer sehr intensiven Hitze zum Schmelzen und verbraucht in den hierzu gebräuchlichen Windöfen eine sehr bedeutende Quantität kostspieliger Brennstoffe.

Gegenstand der gegenwärtigen Erfindung ist die raschere und weniger kostende Schmelzung aus schmiedbarem Gusseisen, sogenanntem Stahlguss, Stirlingeisen u. s. w.

Bei solchen Leistungen ist, was ja auch Schinz behauptet, mehr die Intensität der Wärme als die Wärmemenge, die wesentliche Bedingung der guten Arbeit in den angewandten Oefen. Eine Substanz, welche circa 1650° Hitze verlangt, kann tagelang auf 1595° erhitzt werden, ohne ein Resultat zu geben, welches aber durch einfache Hinzurechnung von 25—110° Hitze ausführbar wird.

Dieser Grundsatz wirkt besonders unangenehm, im Fall der Schmelzpunkt einer Substanz sich zu sehr

der Grenze nähert, welche man durch die Wirkung eines Gebläses in gewöhnlichen Oefen erreicht.

Es ist nach Bessemer eine wohlbekannte Thatsache, dass die Luft und die übrigen Gase im erwärmten Zustande einen noch höheren Temperaturgrad annehmen, wenn sie comprimirt oder in einen kleineren Raum zusammengedrängt werden.

Diese Zunahme der Temperatur erscheint proportional der Verminderung des Volumens oder der Anzahl der in einen Platz eingezwängten Atmosphären, welche sonst nur durch eine ausgefüllt wird.

Die Bessemer'schen Oefen sind nun darauf angelegt, immer 1—2 Atmosphären Pressung auszuhalten; sie erzeugen nicht etwa eine grössere Wärmemenge aus zunehmender Brennstoffquantität, sondern halten diese hervorgebrachte Wärme auf einem kleineren Raume condensirt. Dabei bieten sich zwei Gegensätze:

Will man Dampf erzeugen, so hat es keinen Vortheil, die Leistung der an sich genügenden Feuerung zu steigern, sondern der Druck, den man anwendet, um die Gase zu comprimiren, entspricht einem grössern Kraftaufwande als die Zunahme der Dampfproduktion.

Sobald aber die höchste Temperatur eines Ofens oder Heizapparates kaum genügt, den betreffenden Zweck zu erfüllen, oder durchaus nicht genügt, bietet die Compression der Verbrennungsprodukte die von Bessemer ausgebeuteten Vortheile.

Die Apparate, auf welche Bessemer sein Constructions- und Arbeitsprinzip anwandte, sind wesentlich dreierlei:

a) Schachtöfen mit beweglicher Haube;

b) Flammöfen mit beweglichem Fuchse und Unterwind;

c) Bessemerbirnen mit beweglichem Kegelventil im Maul des Converters.

Ehe auf die Construktionsdetails eingegangen wird, sollen hier nur kurz die Wirkungen des Hochdrucks

durch ungefähre Rechnung bestimmt und eine vom Standpunkt des Giessereibetriebes aus aufgefasste Beurtheilung der etwaigen Zukunft der Apparate versucht werden.

§. 190. Die Hochdrucköfen Bessemer's werden alle nach demselben Prinzip betrieben. Die dauernde Steigerung der Spannung in den Apparaten wirkt so energisch auf die Verbrennung, dass der Gang der Schmelzung sowohl als auch der Einfluss chemischer Verwandtschaften Verhältnisse annehmen, die nicht mehr zu bewältigen sind. Deswegen beschränkt man sich darauf, unter gewöhnlichen der allgemein giltigen Methode entsprechenden Betriebsumständen den Apparat so lange zu betreiben, bis seine Wirksamkeit aufhört sich zu steigern; dann beginnt eine möglichst rasch eingeleitete neue Phase der Arbeit, welche darin besteht, den Austritt der Verbrennungsprodukte durch Veränderung der Fuchs- oder Gichtenquerschnitte zu beschränken und gleichzeitig erwärmten Wind von möglichst hohem Druck einzublasen. Die Temperatur steigert sich in Kurzem so sehr, dass die bis dahin widerstehenden Einsätze (Stahl, Schmiedeeisen u. s. w.) rasch einschmelzen und in einen giessbaren Zustand übergehen.

Zur Herstellung des erforderlichen Ueberdrucks in der Windleitung bedient man sich eines Gebläses, wie es die Bessemerhütten besitzen und wie es auf der Taf. III dargestellt ist.*)

*) Der Verfasser glaubte, im Interesse seiner Leser, nach einer neuerdings bekannt gewordenen Zeichnung (Engineering v. 8. April 1870) eine solche Maschine abbilden zu müssen. Es ist den Eisengiessereien in vielleicht nicht zu langer Zeit beschieden, auch Mischungen von Gusseisen und Schmiedeeisen, Stahlguss u. s. w. in grösseren Dimensionen darzustellen, als es bis jetzt üblich war. Das kann dann nicht mehr in Tiegeln geschehen, sondern in grösseren Apparaten, seien es nun Schacht- oder Flammöfen. Die gewöhnlichen Methoden der Feuerung sind indessen selbstredend nicht zu verwenden und es wird sich um die Bevorzugung des Regenerativofens und der Hochdruckapparate handeln, eine Frage, die zu diskutiren, abgesehen

Ein solches Gebläse liefert Wind von 22—30 Pfd. Pressung in ausreichender Menge, um Partien von 50—100 Centner Metallmischungen zu schmelzen. Bessemer ist mit der Spannung allerdings bis zu 50 Pfd. pro Quadratzoll gegangen; dieses Maximum wird indessen nicht immer erreicht und die Temperaturen, welche man hervorbringen will, erfordern nur sehr selten eine so hohe Pressung.

Dieses zu beurtheilen, braucht man nur den beispielsweise hervorgehobenen Cupolofenbetrieb für eine Pressung von 20 Pfd. Ueberdruck zu betrachten, und nach der von Schinz angegebenen (s. §. 187) Formel die Temperatur zu berechnen.

Der Ofen von 30 Zoll Schachtweite und 0,083 Kilo Cokesverbrand pro Secunde ergab bekanntlich eine theoretische Temperatur von 2646° und eine Wärmemenge von 600 W.-E. bei einer auf 0 reducirten Windpressung und einer Gasgeschwindigkeit von 6 Zoll Wassersäule. Wenn man voraussetzt, dass durch Anwendung starker Gebläse, enger Gichtöffnungen u. s. w. die Windpressung und in Folge dessen die Spannung im Ofen um 20 Pfd. pro Q.-Z. (engl.), also (à 14,661 Pfd. pro Atmosphäre) um $\frac{20{,}000}{14{,}661}$ Atmosphären zunimmt, so ist die erzeugte Temperatur:

$$T_{\prime\prime} = \frac{W}{w}\left(T + \frac{20{,}000}{14{,}661}\right) = \frac{600}{0{,}2272}\left(1 + \frac{20{,}000}{14{,}661}\right)$$
$$= 2646^{0} + 3609{,}8^{0}$$
$$= 6255{,}8^{0}$$

Man muss annehmen, dass in der Praxis diese Höhe der Temperatur nicht dauernd erreicht resp. eingehalten werden kann, da die Verluste, namentlich

von der noch mangelnden praktischen Bewährung der Hochdrucköfen, es hier an Raum fehlt.

Der Vergleich beider Apparate, blos theoretisch festgestellt, reicht überdies nicht aus, denn es kommen hier auch die ökonomischen Grundlagen in Betracht, mehr als bei den gewöhnlichen Apparaten der Giesserei.

durch Strahlung sich ausserordentlich steigern müssen.

Ehe nicht praktische Erfolge und Resultate bekannt geworden sind, kann man dem Bessemer-schen Schachtofen nicht das Wort reden; der Contakt des Brennstoffes, der überhaupt jede Temperatursteigerung gefährlich für die Roheisenqualität werden lässt, tritt als spezifische Unvollkommenheit der Cupolöfen immer auf und lässt sich durch Vorsicht und Auswahl des Materials wohl verkleinern, nie aber vollständig aufheben.

Die veränderte Spannung, welche die Temperatur zunächst durch Condensation der Verbrennungsprodukte steigert, steigert auch die Energie der Verbrennung und deren Wärmeentwickelung in der Zeiteinheit, so dass sich alle für gewöhnliche Atmosphärenspannung berechneten Verhältnisse alteriren müssen, welche der obigen Formel zu Grunde liegen.

Ohne hier auf Details, zu denen noch alle Erfahrungen fehlen, eingehen zu können, schien es doch angemessen, unter Verweis auf Frühergesagtes, die Steigerung der Leistung eines Schachtofens in vorgedachter Weise zu bestimmen.

§. 191. Der Schachtofen, welchen Bessemer construirte und von welchem, nach dem Mechanic's Magazine Vol. 22. p. 59 ff., auf Taf. IV. Fig. 1—6 die erforderlichen Details dargestellt sind, ist in einer starken Armatur *a* eingebaut, welche aus festvernieteten und verbolzten Eisenblechen besteht und bei ihrer Herstellung gleiche Sorgfalt wie die des Bessemerconverters erfordert. Die Winkel *a* am Boden dienen vorzugsweise dazu, die ganze Sache fest und dicht zu machen. Das Futter *b* besteht aus feuerfestem Stein, Gannister oder Graphit, in welches die ebenfalls aus feuerfestem Material bestehenden Formenstücke *c c* eingebettet liegen. Nach aussen werden die Enden derselben von den massiven Eisenrahmen *d d* umgeben und darin mit Eisenkitt fest umstampft, so dass neben den Formblöcken kein Windstrom einen Nebenweg finden kann, und ebenso jeder Durchbruch von Gasen aus dem

Ofen unmöglich wird. Der Anschluss der Windleitungen f an die Düsen findet vermittelst der Flanschen e statt, welche auf die Rahmenstücke $d\,d$ aufgeschraubt sind. Mit der Hauptwindleitung g stehen die Leitungen $f\,f$ durch die Flanschen $f_* f_*$ in festem Zusammenhang.

Eine Drosselklappe ist in dem nach dem ringförmigen Kasten g führenden Rohrstutzen g_* angebracht, und im Bereich der Schmelzhütte, um die Pressung zu reguliren.

Da die Gichtöffnung im allgemeinen zu eng ist, um mit Leichtigkeit den Ofen behufs der Auswechselung des Futters befahren zu können, musste bei der Anlage der Armatur auf einen besonderen Ausweg Rücksicht genommen werden.

Dieses geschah denn auch durch Theilung des Ofens der Höhe nach, an den massiven Flangen der Armatur $h\,h$, welche genau auf einander gepasst sind und durch Bolzen h_* mit einander verschraubt werden können. Dieser äusseren Verstärkung der Armatur entspricht eine im Sinne der im ersten Bande bereits empfohlenen Futterringe angebrachte Winkelschiene a_*, die dazu beiträgt, das Futter der oberen Hälfte an der Trennungsfläche ganz zu erhalten.

Der Stich des Ofens ist durch einen Lehmpfropfen n von sorgfältiger Arbeit geschlossen; an dieser Stelle ist eine der Arbeitsthür des gewöhnlichen Cupolofens entsprechende Thür j eingelegt, welche nach längerem Gebrauche des Ofens behufs Ausbesserung des Stiches abgenommen werden kann.

Für sehr hohen Druck ist es gut, eine Barre vor den Stich zu legen, durch welche hindurch eine Schraube auf den Conus n drückt, der den Stich verschliessen soll. (In der Zeichnung ist dieses nicht angedeutet worden; die Befestigung der Barre geschieht wie bei dem Ofen auf Taf. II. Bd. I.)

Um die Gichtöffnung gegen die Wirkung der Gase zu schützen und gleichzeitig das Undichtwerden zu verhüten, trägt die Deckplatte der Armatur a_* einen steifen schmiedeeisernen Ring p, um den herum ein

Reifen r gelegt ist, der in jenem zur Aufnahme von Kühlungswassern einen ringförmigen Raum abschliesst. Das Rohr o liefert das Wasser, während das Rohr q den Abfluss vermittelt; ausserdem wird der Ring p noch durch das Futter b_* geschützt.

Der Verschluss der Gicht geschieht durch den in einem eisernen Rahmen u eingelegten feuerfesten Deckel v, dessen Anschluss an den Ofen durch eine eigenthümliche, von Bessemer ersonnene Winddichtung gesichert ist.

Im Rahmen u ist eine Nuth x ausgespart, welche, ähnlich wie bei der Platte p, mit einem Ring w vollkommen nach aussen hin verdeckt ist; auf der unteren Passfläche von u ist eine dreieckige kreisrunde Nuth eingedreht, in die von x aus mehrere feine Bohrungen führen. Ein Rohr 2* führt Luft aus der Hauptleitung nach x und durch die Bohrungen auf die Passfläche, welche in Folge dessen durch den überwiegenden Druck der Gebläseluft gegen das Durchbrechen der Flammen aus dem Apparate gesichert ist.

§. 192. Zum Wechseln der Gichtbedeckung ist eine Art von Krahnarm vorhanden, dessen Einrichtung aus Fig. 1 und 4 ausreichend erhellt. Zwei Rahmenstücke AA sind an dem Krahnstamme B befestigt, der unten in einem Lager C, oben aber in einer auf a_* festgenieteten Lagerplatte D sich drehen kann. Bei E ist eine Vorrichtung angebracht, welche das Heben des Krahnes bei dem Schlusse des Ofens durch die Pressung der Gase gegen die Verschlussthür V verhindert.

Zwischen den Rahmenstücken AA ist eine feste Hülse A_* eingeschraubt, welche den Mechanismus zum Andrücken des Deckels V trägt. Dieser Mechanismus besteht wesentlich aus einem mittelst einer Schnecke P betriebenen Zahnrad G, dessen Zapfen G_* als Schraubenmuttern auf eine Spindel H wirken, welche durch einen viereckigen Fortsatz H_* am Drehen, aber nicht an einer vertikalen Bewegung gehindert wird.

Die Schraube H trägt den Deckel des Ofens mittelst der Plattencombination K, deren Zusammenwir-

ken aus der Zeichnung erhellen. Die Schnecke *P* wird durch die Welle *N* und die Stellgriffe *L* bewegt, und es genügen etwa zwei Drehungen, um den Deckel aufzudrücken, resp. zu lüften.

Für die Periode des Aufgebens bedient man sich des gleichfalls am Krahnrahmen *A* angeschraubten Rohres *J*, das unten durch die vermittelst der Wellen und Hebel *R*, *S*, *T* bewegliche Platte *Q* verschliessbar ist und eine reguläre Aufgabe ermöglichen soll.

Die Funktion der Ofentheile ist nach dem Gesagten vollkommen klar; während der Ofen im Betrieb ist, wird der Cylinder *J* mit einer Charge Brennstoff und Metall gefüllt, dann der Deckel *u* gelüftet und weggeschoben, der Cylinder *J*, sobald er über der Gicht steht, durch Verschieben der Verschlussplatte *Q* entleert und dann der Ofen wieder geschlossen.

Bei dem Schliessen wird die Passfläche von *p* dadurch gereinigt, dass die der Winddichtung in *u* zugeführten Windströme nicht abgestellt worden sind, und alle Trümmer und Staubtheile vom Brennstoff wegblasen. Die Luftzufuhr zu der Dichtung findet durch das Rohr 2 nach dem unteren Ende des Krahnstamms statt, führt durch denselben hinauf in das Rohr 2_*, das aus federndem Material, nämlich Messing oder Kupfer gemacht wird, um das Andrücken oder Lösen von *p* möglich zu machen.

Die Gase des Ofens müssen bei dem Betriebe aus einer kleinen Oeffnung *U* entweichen, deren Einrichtung noch besonders in den Fig. 5 und 6 angedeutet ist. In welchem Verhältnisse der Querschnitt dieser Oeffnung zu dem Ofendurchmesser steht, hat Bessemer ermittelt; ein Durchmesser von $2^1/_2$ Zoll entspricht einem Ofenquerschnitt von 572 Quadratzoll, woraus sich ein gegenseitiges Verhältniss von etwa 1 : 144 herausrechnet.

Bei einer Pressung von 16—18 Pfd. Ueberdruck im Innern des Ofens entspricht ein Quadratzoll Querschnitt im Auslass *U* einem stündlichen Verbrauch von 2 Centnern Cokes.

Das feuerfeste Futter des Auslasses *U* muss be-

sonders dicht und fest sein, ausserdem mit der Armatur in der geeignetsten Weise in Verbindung stehen. Dieses zu ermöglichen, ist ein Flanschenring *Z* vorgelegt, der das Futter *X* festhält; in dieses wird entweder eine Einlage *W* oder ein rinnenförmiges Stück *Y* gelegt, Letzteres vermuthlich, um die Wirkung des Feuers nach oben zu richten. Als Brennstoff ist für diesen Ofen nur der beste härteste Cokes in mittelgrossen Stücken oder reiner Anthracit zu verwenden, obwohl es, unserer Meinung nach, nicht viel helfen wird, bei Oefen, wo, wie hier, der Brennstoff und das Eisen in Contakt sich befinden, das beste Material zu wählen; denn die Höhe der Temperatur wird Veranlassung sein, dass auch die geringsten Schlacken- und Aschebestandtheile ihren ganzen nachtheiligen Einfluss auf das Metall äussern.

§. 193. Ausser dem Schachtofen, bei dessen Bekanntgebung übrigens gleich die Ausdehnung des neuen Schmelzverfahrens auf andere Apparatformen angedeutet worden ist, hat Bessemer, wie schon gesagt, Construktionen neuern Datums bekannt gemacht.

Der Verfasser hat selbst, für den „Berggeist", die englischen Originalmittheilungen, soweit sie die Anlage von Hochdruckconvertern und Flammöfen mit starkem Unterwind betreffen, frei bearbeitet.

Diese ohne Brennstoffcontakt arbeitenden Hochdruckapparate verdienen weit mehr Beachtung als die Schachtöfen, und haben in construktiver Beziehung noch ausserdem anderweitige Vorzüge.

Um diese Gruppe von Apparaten ohne Weiteres zu erledigen, folgt hier noch die Beschreibung des Flammofens unter Bezugnahme auf die Figuren 1—6 der beifolgenden Tafel V, die eine gewiss nicht unwillkommene Ergänzung des reichen Materials im vorigen Bande bieten werden.

Es handelte sich darum, einen Flammofen zur Gussstahldarstellung mit Unterwind und hoher Pressung zu betreiben, ohne jedoch die Einsätze dabei

vorzuwärmen, sondern die letzterwähnte Manipulation bei gewöhnlichem Ofenbetrieb vorzunehmen und erst am Schluss die zur Temperatursteigerung definitiv erforderlichen Umstände eintreten zu lassen. Durch die Lösung dieses technischen Problems wurde die Abnutzung, mithin die Summe der Unterhaltungskosten eine geringere und die Dauer, wie die Brauchbarkeit des Apparates eine grössere.

Fig. 1 stellt einen Längendurchschnitt durch Ofen und Fuchskanal dar, wie die Disposition für das Anwärmen ihn ergiebt, während Fig. 2 denselben Durchschnitt mit den zur Erzeugung hohen inneren Druckes erforderlichen Veränderungen in den Fuchsdimensionen vorstellt.

Fig. 3 giebt eine Seitenansicht des Ofens, Fig. 4 eine Endansicht mit hinweggedachter Esse, Fig. 5 einen Querschnitt durch den Herd und Fig. 6 eine Stirnansicht der Feuerseite.

In den Abbildungen ist *a* die äussere Armatur des Ofens, aus zusammengenieteten und verstemmten Eisen- oder Stahlplatten von bedeutender Festigkeit bestehend, an welche die Stirnplatte a_* von Gusseisen mittelst Flangen und Winkeleisen so fest angeschlossen ist, dass gasförmige Produkte nicht zu entweichen vermögen. Das Futter *b* des Ofens besteht aus feuerfesten Steinen, Gannister oder einem anderen möglichst refraktairen Material, wie es auch bei dem Schachtofen Verwendung findet. Der Feuerraum *c* ist rechtwinklig und enthält einen aus Walzeisenstäben *d* construirten Rost, der auf ebenfalls gewalzten Rostbalken *e* ruht.

Die Enden der Rostbalken ragen aus der Armatur der Seitenwände hervor bei e_* und dienen als Ankerstäbe, während ein dritter wirklicher Ankerstab *f* durch den Aschenfall gelegt ist. Die Feuerbrücke b_* hat ein Wasserkühlungsrohr *h*, um das Mauerwerk zu schützen.

Der Herd *m* des Ofens ist fast wagerecht und hat nur an der Seite, nach dem Abstich *n* zu, eine geringe Einsenkung, um den Abfluss der Charge zu

erleichtern. Das bewegliche Gewölbe a_2 ist aus starken Stahl- oder Eisenplatten zusammengesetzt und ausserdem noch mit T-Schienen a_3 versteift, während die starken Längsflanschen a_4 einen festen Rückhalt für das feuerfeste Futter abgeben und gleichzeitig mittelst der Keilbolzen *ii* die Verbindung mit dem unteren Theile des Ofens herstellen. Die Bolzen ragen durch den Flansch des Untertheils a_5 und werden oberhalb des oberen Flansches mit den Keilsplinten versehen. Entfernt man dieselben und die Bolzen, so lässt sich jederzeit der Ofen mit Hilfe starker Krahne aufdecken, zu welchem Ende einige Ringe an den Seitenflanschen befestigt sind. Die Passflächenfugen beider Ofenhälften werden durch Thonbrei gedichtet, wenn der Ofen wieder zusammengesetzt wird.

Bei *j* zieht sich der Herd der Breite nach zusammen und endet bei j_* in einer kreisrunden Oeffnung, durch welche die Einsätze *k* vor Beginn des Betriebes in der durch die Zeichnung veranschaulichten Weise in dem Ofen disponirt werden. An dieser Stelle ist die gusseiserne Stirnplatte des Ofens mit einem dicken Flansch versehen, der hohl ist und einen Canal *r* enthält. Dieser Canal ist bestimmt, comprimirte Luft aufzunehmen, welche durch das Rohr *l* und den Hahn *o* ihren Zugang findet. Aus dem Ring treten durch viele feine Oeffnungen r_* eine grössere Anzahl Luftstrahlen zwischen die Passflächen des Ofens und des Ringes *s* an dem beweglichen Fuchse, sie verhindern das Ausbrechen von Verbrennungsprodukten an dieser mehr oder minder empfindlichen Stelle.

§. 194. Um nun nach Willkür mit gewöhnlichem Luftzug oder mit Hochdruck zu arbeiten, wendet Bessemer die auf einer horizontalen Axe *C* befestigten doppelten Füchse *A* und *B* an. Die Lager *D* der Axe *C* sind Hängelager und an der Untenseite der Bodenplatten *E* angeschraubt. Die Füchse *A* und *B* haben vernietete eiserne Armaturen und sind mit segmentförmigen Façonsteinen *F* gefüttert. An einem Ende des Fuchses *A* ist ein Flansch A_* und am Fuchs *B* ein eben solcher Flansch B_* angebracht, dazu be-

stimmt, sich an einen eisernen Ring G zu fügen, welcher über einem aus der Esse H_* hervortretenden Kanal H sich befindet. Die anderen Enden der Füchse tragen lose Ringe s, deren eine Seite mit einer rund umlaufenden halbkreisförmigen Nuth versehen ist, während die andere eine Reihe von schrägen Segmentflächen, wie eine Walzwerkskupplung gebildet, zeigt (siehe s_* in Fig. 3). Diesem Ringe entspricht ein andrer auf den Füchsen festgenieteter u; steckt man nun einen Hebel in die Oeffnung v des Ringes s und dreht denselben nach einer bestimmten Richtung, so schieben sich die schrägen Flächen aufeinander und der Ring s wird mit seiner dem Ofen zugekehrten Fläche fest an denselben angedrückt. Die Länge der Füchse A und B, deren Bewegungsmechanismus aus der Zeichnung deutlich erhellt, ist stets so gross zu nehmen, dass zwischen Ofen und Esse hinreichend Raum für die Arbeiter bleibt, um den Ofen bequem zu besetzen.

Sind beide Füchse bei Seite gedreht (Fig. 4), so werden die Materialien in den Ofen gebracht, der Fuchs A vorgeschoben und durch Andrehen der verzahnten Scheibe s gegen den Ofentheil j_* gedrückt. Damit ist eine gewöhnliche Essenfeuerung hergestellt, und es wird bei offener Aschenfallthür L (mit dem Handgriffe M) losgefeuert, indem man die Oeffnung C_*, die sonst durch die Thür N dicht verschlossen werden kann, benutzt. Diese Thür N wird durch den Griff O (Fig. 6) wagerecht hin und her bewegt, indem sie genau an die Armaturplatte a_* anliegt und nach der Feuerseite durch ein Futter N_* geschützt ist.

Die Arbeit verläuft nun folgendermaassen: Ist der Ofen in der durch Fig. 1 veranschaulichten Weise zusammengesetzt und angeheizt, so feuert man bei gewöhnlichem Luftzuge, bis die Einsätze weissglühend sind und Schweisshitze eintritt. Dann wird der Rost rein gemacht und reichlich mit Brennmaterial beschüttet, Feuerthüre und Aschenfall werden dicht und sicher verschlossen und der Fuchs A gelöst. Sobald der Fuchs B mit seiner engen Mündung angeschlossen ist, wird die Furche des Ringes s und des Ofenflansches

durch Oeffnen des Lufthahns o mit Luft gedichtet und schliesslich Unterwind gegeben.

Der Unterwind gelangt durch das vielfach durchlöcherte Rohr Q in den geschlossenen Aschenfall und verbreitet sich daselbst, um mit mächtiger Energie auf den Rost zu wirken.

Der Druck, den Bessemer anwendet, ist derselbe wie bei den Cupolöfen, nämlich 20—50 Pfd. pro Quadratzoll und derselbe veranlasst eine intensive Verbrennung der Brennstoffe; die Wirkung wird dadurch erhalten, dass der Fuchs B mit einem feuerfesten Einlassmund R_* versehen ist, der viel zu klein angeordnet wird, um eine rasche Ausgleichung der Temperatur herbeizuführen. Das Querschnittsverhältniss ist gewöhnlich wie 1 : 12 zwischen dieser Fuchsöffnung und der Rostfläche, doch spricht hier ausserdem noch die Pressung selbst mit.

In kürzester Frist wird der Einsatz flüssig und kann abgestochen werden; man mischt demselben die Zusätze entweder dann erst bei oder setzt sie gleich mit in den Ofen, wiewohl in letzterem Falle das ungleiche Verhalten derselben und des Schmiedeeisens und Stahls unzuträglich für die Homogeneïtät und die Güte des Produkts wirken dürfte.

§. 195. Zu den unangenehmsten, weil unmerklichsten und doch wirkungsreichen Wärmeverlusten gehört die Ausstrahlung des Ofenmantels, über welche u. A. auch Schinz Versuche angestellt hat.

Bereits bei der Berechnung der Betriebsresultate einzelner Cupolöfen ist der grosse Unterschied zwischen Anforderung und wirklichem Consum von Wärme nachgewiesen worden und auch an dem ausserordentlich günstigen Beispiele, das für die statischen Betrachtungen gewählt worden ist, blieben nach umständlichster Bestimmung der zum Vorwärmen von Luft und Cokes verbrauchten Wärmemengen noch 14—20 Wärmeeinheiten pro Secunde für die Strahlungsverluste übrig. Die Grösse der Strahlungsverluste ist, abgesehen von der Natur der strahlenden Fläche, abhängig von dem Verhältniss des Inhalts

eines Ofens zur Oberfläche desselben; je günstiger für den Inhalt dieses Verhältniss ist, ein um so geringerer Theil der producirten Wärme geht verloren.

Schinz hat direkte Strahlungsversuche angestellt (vgl. a. a. O. S. 44) und deren Resultate mit den für dieselben Wärmemengen berechneten Temperaturen u. s. w. verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die wirklichen Temperaturen der Transmissionsflächen weit hinter denen zurückbleiben, welche der Dulong und Petit'schen Formel nach den Grenzwerthen zukommen. Er fand in sechs Versuchen pro Quadrat-Meter:

bei	I	II	III	IV	V	VI
Wärmeeinheiten	3492	5547	8325	36,628	32,558	36,046

und berechnete nach der Formel von Dulong und Petit

bei	I	II	III	IV	V	VI
die Temperaturen	226°	288°	346°	540°	538°	540°

für die Ofenwandflächen.

Wenn dieses die mittleren Temperaturen der Transmissionsflächen waren, so müssen diese dem Feuer zunächst gelegenen Stellen eine viel höhere Temperatur gehabt haben. Da indess, fährt Schinz fort, alle Körper glühend leuchten, sobald sie 525° haben, und solches nicht bemerkbar war, folgt, dass die durch Transmission entführte Wärme unendlich gross gewesen sein musste u. s. w. Der Unterschied, der sich hierbei bemerklich macht, beträgt das 4,3—22,5fache der rechnungsmässigen Voraussetzungen.

Der Grund dieser Differenzen, auf welche nochmals ausführlich beim Flammofenbetriebe zurückzukommen ist, liegt in den unaufhörlichen Luftströmungen, welche durch den heissen Mantel des Ofens hervorgebracht werden und ungehindert in die Höhe gerichtet sind.

Wie ein solcher Transmissionsverlust zu berechnen ist, wird bei der Statik des Flammofens nochmals gezeigt werden. Bei gut gebauten, hinreichend mit Isolirschicht versehenen Schachtöfen mit glatt und rein gehaltenem Mantel reducirt sich, wie auch das

gewählte Beispiel zeigt, die Transmission um Bedeutendes und macht nun etwa 3—4 Prc. der ganzen Wärmeproduktion aus. Man darf an einem solchen Ofen den Mantel nie heisser als 50—100° werden lassen, wobei der letzte Temperaturgrad schon die äusserste Grenze repräsentirt. Von Glühen der Armatur kann schon gar nicht die Rede sein; eine solche Erscheinung wäre offenbarer Nachtheil und zeugte für das Fehlen des geeigneten Fütterungsmaterials oder eine Nachlässigkeit in der Instandhaltung des Schmelzapparates.

§. 196. Die Fragen der Beschaffenheit der Luft, der latenten Wärme, der Dissociation von Ofengasen in hoher Temperatur sind hier nur oberflächlich zu berühren, es muss wegen weiterer Details auf die Quellen selbst verwiesen werden.

Die Feuchtigkeit der Luft verändert deren Beschaffenheit und ihre Einwirkung auf den Schmelzprozess, doch nur in geringem Maasse, ebenso gering ist das Quantum latenter Wärme, welches durch die Dampfform des in den Ofen gelangten Wassers beansprucht wird. Die Erscheinungen der latenten Wärme an dem Metall selbst sind so wenig gekannt und gemessen, dass die früher eingeschlagene Rechnungsmethode, die zum Schmelzen erforderliche Wärmemenge zu bestimmen, für die Praxis bequemer scheint.

Daguin hat zwar für die latente Wärme der Metalle (vgl. Schinz S. 33) die Formel

$$L = 160 + T \,.\, (C - c)$$

aufgestellt, wo T = Schmelzpunkt, C = spezifische Wärme bei T und c = spezifische Wärme im festen Zustande bedeuten:

Unter Zugrundelegung der Pouillet'schen Schmelzpunkte berechnet sich für Weissfloss leichtflüssiger und strengflüssiger Natur:

$$L = 160 + 1050 \,.\, (0{,}15604 - 0{,}0893755) = 240$$
$$= 160 + 1100 \,.\, (0{,}159594 - 0{,}0893755) = 237.$$

Für Giessereieisen ist nach Pouillet T = 1100 —1250°, also unter Zugrundelegen der Schinz'schen Werthe für spezifische Wärme

160 + 1100 (0,1344871 — 0,0904970) = 208
160 + 1250 (0,14048571 — 0,0904970) = 202,5,
im Mittel also 205,5 Wärmeeinheiten.

Boulanger und Dulait fanden durch Mischen von flüssigem Gusseisen mit Wasser die latente Wärme

von Weissfloss im Mittel 139 Wärmeeinheiten,
„ Giessereieisen „ „ 175 „

welche Zahlen Schinz als die wahrscheinlicheren zu adoptiren räth. Wenn man indess voraussetzt, dass das Roheisen in einem Schmelzofen die Temperatur der Gase anzunehmen geneigt ist — wie es früher auch geschehen ist, um den Wärmeaufwand zur Schmelzung zu finden — wird man die letzten Resultate zu klein finden und lieber noch den nach der Daguin'schen Formel berechneten den Vorzug geben, obgleich darin ein nicht bestimmtes Quantum freier Wärme steckt.

Interessant ist die Bemerkung, dass die latente Wärme in einem geraden Verhältnisse zu der Elasticität des Eisens steht.

Die Dissociationserscheinungen der Ofengase in glühendem Zustand kommen bei dem Schachtofen nur in den unteren Theilen in Betracht, wo grössere Hohlräume entstehen und die Gase die Wände des Ofens berühren. Nach Deville, dem Entdecker der Dissociation, tritt diese vorübergehende Zerlegung festconstruirter gasförmiger Verbindungen ein, sobald die einwirkende Temperatur den Elementen ihre latente Wärme restituirt und andrerseits die einzelnen Molekule oder Atome durch Ausdehnung über den Radius ihrer Anziehungskraft von einander entfernt werden.

Für die Flammöfen, für deren Betrieb die Dissociation wichtiger werden kann als für die Schachtöfen, wo die etwaige Zone ähnlicher Erscheinungen nur sehr beschränkt ist, sind einige Bemerkungen darüber von Vicaire mitgetheilt worden, die das Wenige enthalten, was bis jetzt in der Anwendung dieser neuentdeckten Quelle der Wärmebewegung ermittelt worden ist.

§. 197. Wollte man nunmehr die theoretischen Ergebnisse, welche die vorhergehenden Betrachtungen geliefert haben, zur Construktion eines zweckmässigen Schachtofens benutzen, so hat man vor allem die Maximalleistung pro Stunde, in flüssigem Eisen ausgedrückt, festzusetzen und demnächst Qualität des Materials und der Brennstoffe zu berücksichtigen. Dabei kann natürlich vorwiegend nur die Erfahrung leiten, welche aus den ausführlichen Beschreibungen des Ofenbetriebes bestimmter Anstalten gewonnen werden muss.

Unter Berechnung des Abganges von pptr. 10 Prc. erhält man die zu schmelzende Roheisenmenge pro Stunde und nach erfolgter Wägung von einer Tonne oder sonstigen Maasseinheit des zugänglichen Brennstoffes das Oberflächenverhältniss der Stücke von 3—6 Zoll in 100 Pfund d. h. dem vorläufig anzunehmenden Quantum einer Gicht.

Die Grösse des Ofens bestimmt sich nach dem Raume, welchen 100 Pfd. Brennstoff einnehmen, und ist diesem wie auch der Leistung proportional. Wenn man, um ein Anhalten zu haben, 30. Zoll Durchmesser für 200 Pfd. Cokesgewicht pro Tronne gelten lässt, so ergeben sich die gesuchten Durchmesser für jedes andre Gewicht durch einfache umgekehrte Proportion.

Hierbei ist aber vorausgesetzt, dass man im Besitz eines ausreichend starken Ventilators oder Gebläsemaschine sich befinde; im anderen Fall müssten noch die Windzuführungsverhältnisse in Rücksicht gezogen werden und es ergäben sich weit umständlichere Betrachtungen.

Indem man den Oberschacht des Ofens, d. h. den Theil, der sich über der Düsenzone befindet, der günstigeren Oberflächenverhältniss wegen, zweimal so hoch nimmt als der Durchmesser beträgt, giebt man der Düsenzone selbst eine nach der theoretischen Düsenquerschnittssumme (§. 180) sich construktiv bestimmende Höhe, und nimmt als Grundlage für die betreffende Rechnung an, dass mindestens 10 Pfd. Kohlen pro 100 Pfd. Roheisen verbraucht werden.

Daraus und aus der Füllung des Schachtes bestimmt sich die Grösse der Windpressung und daraus wiederum nach den §. 167—168 gegebenen Formeln seine Geschwindigkeit; aus dieser entwickelt sich dann das Verhältniss des wirklichen Düsenquerschnittes zum theoretischen, d. h. letzterer wird im umgekehrten Verhältniss der Geschwindigkeit verändert.

Da auf die Profilirung wenig Werth zu legen ist, sobald nur die anderen Verhältnisse richtig sind, verzeichnet man den Ofen einfach cylindrisch und theilt die einzelnen Zonen genau ab. Will man das Profil ändern, so müssen die einzelnen Zonen in ihrem Rauminhalt vor allem nicht verändert werden.

Soll wie bei dem Ireland'schen Ofen die Windzone eingeschnürt werden, so muss dieselbe auch entsprechend höher sein, ferner muss ein Theil der Rasten in dieselbe fallen, während ein anderer Theil derselben dem Oberschacht und dem Eisenkasten anheimfällt. Aehnlich wird bei dem Hinton'schen und dem Mackenzie'schen Cupolofen verfahren werden müssen.

Was den Krigar'schen Ofen anbetrifft, so fallen hier Windzuführung und Eisenkasten zusammen; das Verhältniss des Schachtes zum Ofenuntertheil ist wohl am besten so aufzufassen, dass man den Cylinder des Oberschachtes sich um das Volumen verkleinert denken muss, das, zu der ursprünglichen Windzone gerechnet, das Volumen des eigentlichen Eisenkastens ausmacht. Dass Krigar es für nöthig befunden hat, einen solchen Vorherd anzuschliessen, wie ihn Taf. II angiebt, weist direkt die Richtigkeit der eben ausgesprochenen constructiven Vermuthung nach.

Statik der Flammöfen.

§. 198. Noch weniger, als es für die Schachtöfen nachgewiesen werden konnte, existiren für die Flammöfen statische Arbeiten über die Wirkung der Wärme in denselben.

Im ersten Band sind Versuche besprochen, die

auf der Saynerhütte ausgeführt worden waren, aber nicht so weit gelangten, um wirklich brauchbare Sätze daraus folgern zu können. Sie stellten nur einige Erfahrungen fest, welche sich auf das Verhältniss von Rostfläche, Herdfläche und Fuchs bezogen, sowie auf die Steigerung oder Verminderung des Zuges, sobald Rost- oder Herddimensionen irgendwie abgeändert würden.

Es bleibt in Folge dieses Mangels an anderen Grundlagen, als es die einfachen Betriebsresultate verschiedener in Form und Ausdehnung bekannter Oefen sind, nichts übrig als mit Hülfe der für Verbrennung, Reibung und Strahlung giltigen allgemeinen Sätze vorzugehen und zunächst die nothwendige Leistung, dann die Verluste zu bestimmen, die bei dem Flammofenbetrieb vorkommen können.

Die Verbrennung verläuft in den Flammöfen in durchaus anderer Weise als in den Schachtöfen. Abgesehen von der veränderten Luftzuführung ist die Lage des Brennstoffs in räumlicher Beziehung eine ganz verschiedene. Im Schachtofen hat man es mit einer hohen und schmalen Schmelzsäule zu thun, in dem Flammofen mit einer auf breiterer Grundlage wenig sich erhebenden Schichtungshöhe.

Der Zutritt der Luft erfolgt mithin bei sonst günstigen Verhältnissen in stark vortretender Weise und die Verbrennung kann im Allgemeinen eine weit vollkommnere werden, als innerhalb einer hohen und engen Schmelzsäule. Dass, ungeachtet dieser Voraussetzung, die Temperatur in den Flammöfen durchschnittlich die in den Schachtöfen hervorgebrachte nicht erreicht, liegt in der Grösse der Wärmeverluste, welche durch die Natur des Brennmaterials und die Construktion des Apparats bedingt sind.

Die Wärmeverluste sind ebenfalls durch den Unterschied der Apparate beeinflusst und setzen sich anders zusammen als bei den Schachtöfen. Während die durch Leitung und Reibung entstehenden Verluste an Zug-Wärme innerhalb des Apparates bei gutem Betrieb geringer sind, wachsen die Verluste durch Strah-

lung, sowie durch die Absorption seitens der weit unreineren Brennstoffe und ihrer Verbrennungsprodukte. Bereits die früheren Betrachtungen haben aber gezeigt, dass die Verlustzunahme hierbei grösser ist als die Abnahme, und dass die Flammöfen im Grossen und Ganzen weit unvortheilhafter die Wärme ausnützen als die Schachtöfen.

Zu den im I. Band S. 432 f. angeführten Grundsätzen, welche insofern auf einfachster Basis beruhen, als nur die Expansion der Luft durch Erhitzung ins Auge gefasst wird und die dadurch entstehenden Bewegungsverhältnisse, treten noch andere Rücksichten, die erheblichen Einfluss auf die Flammofenconstruktion haben können.

Der Brennstoff verbrennt und bildet Gasgemische, welche in glühendem oft brennendem Zustand den Ofen durchströmen, und wieder Gasgemische bilden, die dann in die Luft treten.

Der durchziehende Strom gasförmiger Substanzen ist in seinen einzelnen Zonen sehr veränderlich sowohl der Quantität als auch der chemischen Zusammensetzung nach und durch Erhitzung eines solchen Gemenges entstehen schliesslich noch variablere Volumina.

§. 199. Da es nach den lückenhaft aufgezeichneten Erfahrungen der Praxis hauptsächlich darauf ankommt, dem brennenden oder glühenden Gasstrom eine bestimmte Geschwindigkeit innerhalb des Ofenraumes zu verleihen, so hängt die statische Ermittlung der Construktion eines Flammofens hauptsächlich von der Natur der Brennstoffe ab, die man zu verarbeiten genöthigt ist; da dieselbe in Folge der neueren Untersuchungen über Werth und Heizkraft der hauptsächlichsten mineralischen Brennstoffe in ihren Haupttypen bekannt ist, so handelt es sich nur darum, die Verbrennungserscheinung auf einem Roste zu betrachten und unter Zuhilfenahme der zur verlangten Wärmemenge erforderlichen Quantität Kohle die Gasmenge zu berechnen, welche über dem gefüllten Rost in den Ofen tritt.

Am besten geht man hierbei von den concreten Verhältnissen der Praxis aus und zunächst von der Menge des zu schmelzenden Roheisens; berechnet die Wärmemenge, welche dasselbe in geschmolzenem selbstüberhitztem Zustand absorbirt und daraus die Menge des erforderlichen Brennstoffes, wobei sämmtliche brennbaren Bestandtheile desselben in Betracht gezogen werden können.

Daraus ergiebt sich die zur Verbrennung nothwendige Luft und die resultirende Gasmenge, deren Temperatur im Schornstein nöthigenfalls gemessen werden kann, um auch das Volumverhältniss absolut festzustellen. Aus dem letzteren Verhältniss findet sich die nothwendige Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Einfluss und Ausfluss bei gleichen Querschnitten, dagegen das Verhältniss der Querschnitte bei derselben an einer gut ziehenden Esse durch Temperaturmessung berechenbaren Geschwindigkeit, die ja ein Resultat der Verschiedenheit in den spezifischen Gewichten der ein- und der austretenden Luftarten ist; die Verluste kann man erst nach Entwurf des Ofen-Innern berechnen, weil sie sich auf bestimmte Abmessungen gründen.

Um einen Flammofen für einen Maximaleinsatz von 100 Ctr. Roheisen, also einen Durchschnitt von 75 Ctr., zu construiren, stellt man folgende Berechnung an:

Die theoretisch erforderliche Wärmemenge zum Schmelzen von 1 Pfd. Roheisen berechnet sich wie früher nach der Formel

$W = wqt$ (wenn w den Coefficienten der spezifischen Wärme für Giessereiroheisen in der Schmelztemperatur und t den Ausdruck für die letztere in Centigraden, q aber das Quantum Roheisen, hier also $= 1$ bezeichnet).

Weisbach giebt in seinem Ingenieur den Coefficienten $w = 0{,}1298$ an, Schinz führt aber für den Schmelzpunkt 1175° die Zahl 0,134487 an. Man kann aber annehmen, dass die Temperatur in einem Flammofen 1175° weit übersteigt und 1500° beinahe erreicht. Bei 1500° beträgt w nach Schinz 0,146484 und es

stellt sich danach $W = 0{,}146484 \,.\, 1500 = 220$ Wärmeeinheiten.

Die zum Betrieb event. erforderliche Kohle enthält 0,78 Kohlenstoff, 0,04 Wasserstoff, Wasser und Asche. Jene brennbaren Bestandtheile verwandeln sich im Fall des ungehindertsten Zutrittes atmosphärischer Luft in Kohlensäure und Wasser und entwickeln dabei

$$0{,}78 \,.\, 8000 + 0{,}04 \,.\, 34000 \text{ W.-E., d. h. } 7600 \text{ W.-E.}$$

§. 200. Ein Pfd. Steinkohle bester Qualität kann mithin, unter Abrechnung aller Wärmeverluste, 34 Pfd. Roheisen zu 1500° erhitzen, ein Resultat, welches, wie bereits früher gezeigt ist, in der Praxis niemals erreicht werden kann.

Im besten Falle findet der 10fache Verbrauch statt, so dass $^9/_{10} = 90$ Prc. der in den betriebenen Flammöfen entwickelten Wärme verloren gehen müssen. Ein Theil dieses Verlustes kommt auf Rechnung der nicht vollkommenen Verbrennung der Kohle, ein anderer Theil auf die durch Dissociation der an den glühenden Ofengewölben hinstreichenden Gase absorbirten Wärmemenge, auf die Erhitzung der Brennstoffe zur Verbrennungs-, des Eisens zur Schmelztemperatur und die Erwärmung der abziehenden Gase; der grösste Theil des Verlustes geschieht aber durch die Transmission und Strahlung der Ofenwände, wie es auch von Schinz für den Schachtofen nachgewiesen worden ist. Um auf diese Verluste zu gelangen, ist es nothwendig, die Herdgrösse d. h. die Grundfläche des Schmelzraumes zu bestimmen oder auch den erforderlichen Raum zum Einsetzen in Betracht zu ziehen, wodurch der räumliche Inhalt des Ofens resp. seine Oberfläche in gewissen Grenzen bedingt wird.

Natürlich muss man hierbei berücksichtigen, ob der Ofen bestimmt ist, Chargen von sperrigen ungleichförmigen Stücken oder Chargen von gleichförmigen, sich eng zusammenbauenden Stücken vorzugsweise aufzunehmen und muss hiernach die Ermittelung der Zwischenräume ungefähr feststellen.

In der That ist es angemessener, von dem zuletzt aufgeführten Umstand auszugehen, weil das flüssige

Eisen nur einen gewissen Theil des Ofeninhaltes einnimmt und der Flamme des Brennstoffs hinreichend Raum zum Durchstrich übrig lassen muss. 100 Ctr. Roheisen repräsentiren nach Weisbach's Angabe (1 Kubikfuss Rh. = 450 Pfd.) ein Volumen von 25 Kubikfuss; rechnet man die Zwischenräume im ungünstigsten Fall, z. B. bei der Verarbeitung grosser runder Stücke, z. B. Walzenstücke oder verlorner Köpfe, oder bei der Umschmelzung von Brucheisen eben so gross, so gebraucht man, den Einsatz unterzubringen, 50 Kubikfuss Raum im Ofen, oder pro Ctr. $^1/_2$ Quadratfuss.

Beabsichtigt man das Eisen in einem vertieften Sumpf zu sammeln, so ist es gut, diesen gewöhnlich nach der Feuerbrücke zu liegenden Raum nicht zu besetzen, um den Boden desselben der freien Strahlung aussetzen und gehörig durchwärmen zu können. Man muss in diesem Fall das sämmtliche Einsatzmaterial auf eine hinter dem Sumpf nach dem Fuchse zu liegende schiefe Fläche aufbauen und zwischen Sumpf und Fuchs die erforderlichen 50 Kubikfuss Raum schaffen. Construirt man dagegen einen Ofen mit flachgeneigtem Herd, so kann man das Roheisen gleichmässig im Ofen vertheilen, wobei natürlich die gröbsten Stücke an die Feuerbrücke kommen müssen, die kleineren weiter nach dem Fuchse hin.

In diesem letzten Fall ist es also der einfachste Weg, die Herdfläche zu bestimmen und demgemäss die nothwendige Höhe des Ofengewölbes zu berechnen.

Eine Dimension, auf welche man aber in beiden Fällen Rücksicht zu nehmen hat, ist die Rostbreite, weil man der Bedienung des Feuers wegen nicht gut thut, über ein gewisses Maximum hinaus zu gehen. Eine Feuerfläche von 5 Fuss Breite ist für einen Arbeiter, der unaufhörlich zu schüren hat, schon schwer genug sorgfältig zu bedienen, wenn er den guten Willen hat, mit Sparsamkeit zu arbeiten. Meistens sind die Feuerungsthüren seitlich angelegt und bei grösserer Breite würden die Rosthaken und Krücken nur schwer und unsicher zu regieren sein.

Von der Rostbreite von höchstens 5 Fuss aus-

gehend, ergiebt sich für ein Eisenbad von 100 Ctr. in ca. 6 Zoll mittlerer Höhe eine Länge von 10 Fuss Herdfläche und eine mittlere Gewölbhöhe von nur 1 Fuss, wenn beim Einsetzen das Eisen über den ganzen Herd vertheilt würde. Dieses geschieht indessen niemals und hier kommen noch andere construktive Bedenken hinzu, die bestimmend einwirken. Dennoch können wir a priori 5 Fuss der Länge als mit Eisen besetzbar annehmen, wodurch sich die Durchschnittshöhe um 1 Fuss erhöht und 2 Fuss beträgt; das Gewölbe wird indess niemals vollkommen horizontal hergestellt werden dürfen, sondern bildet eine von dem höchsten Punkt über der Feuerbrücke an nach dem Fuchs abfallende ziemlich gerade Linie und geht andrerseits in einen stark geschwungenen Bogen über, der die Stirnseite des Feuerraums bildet.

§. 201. Um nun zunächst die Ausstrahlungsfläche zu finden, ist zu ermitteln, wie lang, breit und hoch der ganze äussere Bau des Ofens ist und man nimmt deshalb a priori den Rost = 4 Fuss lang, die Feuerbreite = 12 Zoll breit und die Wandstärke des Ofens = 9 Zoll an.

Daraus ergiebt sich für die feuerberührten Wände folgende ungefähre Grösse:

2 Seitenwände von 3 Fuss mittlerer Höhe und $11^1/_2$ Fuss Länge	= 69 Quad.-F.
1 Stirnwand an der Fuchsseite von $6^1/_2$ F. Breite und $2^1/_2$ F. Höhe	= $16^1/_4$ Quad.-F.
1 Gewölbfläche von 5 F. Breite und $17^1/_2$ F. aufgerollter Länge	= $87^1/_2$ Quad.-F.
	$172^3/_4$ Quad.-F. =

173=$17^1/_4$ Quad.-M.

§. 202. Nach den von Schinz (a. a. O. S. 47 u. 48) ausgeführten Versuchen ergiebt sich für 1 Quad.-M. eine Wärmetransmission von 36,046 W.-E. pro Stunde, sobald die Transmissionsfläche eine Temperatur von 540° besitzt. Nimmt man nun das Dulong'sche Gesetz als Grundlage, wonach die Transmission im quadratischen Verhältniss der Temperatur der transmittiren-

den Fläche wächst, so erhält man als Werth der Transmission der auf nur 1500° erhitzten Flammofenwände die Proportion $(540)^2 : (1500)^2 : : 36{,}046 : x$ und

$x = 281{,}216$ W.-E. pro Quad.-M. und pro Stunde.

Die obigen 17,25 Quad.-M. veranlassen mithin einen Wärmeverlust von 4,850,976 W.-E., der nach den anderweitig gemachten Erfahrungen an Glasöfen u. s. w. durch unberechenbare Luftströmung bis auf das 4—22fache vergrössert werden kann. In unserem Fall genügt indess das 4, 3fache Verhältniss, weil die Flammöfen gewöhnlich unter Dach stehen und nur einen freien Zug für frische Luft unter den Rost zu haben brauchen.

Da man erfahrungsmässig pro 100 Ctr. Roheisen Einsatz in einem kalten Ofen mindestens 5 Stunden Feuerung braucht, aber erst in den letzten 2 Stunden der Ofen die gewünschte Temperatur erhält*), so wird die obige Summe von 4,850,976 im Ganzen mindestens 8, 6mal so gross und

= 417,183,936 W.-E. pro 10,000 Pfd. Roheisen.

Diese entsprechen einem Werth von 4172 W.-E. pro Pfd. Einsatz, welcher also dem §. 200 ermittelten Wärmeverbrauch beim Schmelzen von 1 Pfd. Roheisen zutritt. Andere Wärmeverluste, durch Leitung, Essenzug u. s. w. sind vorläufig noch zu vernachlässigen, weil sie im Verhältniss zu den beiden berechneten Werthen in jedem gutconstruirten Ofen sehr zurücktreten und weil sich die Wirksamkeit der Rostfläche recht gut in der Praxis, durch Erweiterung der Roststabintervalle, vergrössern lässt.

Der Totalaufwand von 4398 Wärme-Einheiten pro Pfd. geschmolzenes Roh.-E. giebt für die Annahme von 7600 Wärme-Einheiten pro Pfd. verbrannter Steinkohle einen Kohlenverbrauch von unter 0,50 Pfd. pro Pfund Roheisen.**)

*) Die vorhergehenden Stunden geben bei geschicktem Schüren keinen Wärmeverlust, denn die producirte Wärme wird von den Ofenwänden absorbirt und von dem Roheiseneinsatz.

**) Nach den von Weisbach in seinem Ingenieur ge-

Der ganze Einsatz von 10,000 Pfd. beansprucht hiernach 6000 Pfd. Kohle = beiläufig 15—16 Tonnen Kohlen, deren günstigste Verbrennungsumstände nunmehr zu untersuchen sein werden.

§. 203. Wie bei dem Schachtofenbetrieb wird es hier auch zunächst darauf ankommen, die Zutrittsgeschwindigkeit der Luft zu ermitteln, resp. den Luftquerschnitt, indem man von einer bestimmten Stückgrösse, nicht von verschieden grossen Stücken ausgeht. Es wird hierbei unnöthig sein, verschiedene Gewichte der Kohlen anzunehmen, wie es bei den Cokes nicht anders möglich war, um allen Anforderungen gerecht zu werden.

Rechnet man die Tonne Kohlen, wie bereits S. 285 angenommen wurde, auf 401 Pfd., in runder Zahl also 400 Pfd. oder 200 Kilogr., so ist die Oberflächensumme pro 100 Pfd. Kohlen nach den S. 285 pro Tonne Brennstoff überhaupt berechneten Werthen für Stücke

von resp.	2 Zoll	4 Zoll	5 Zoll	6 Zoll	Grösse
oder	78 Mm.	105 Mm.	131 Mm.	157 Mm.	
je	2,196	1,649	1,313	1,102	Quad.-M.

Um nun unter Berücksichtigung dieser Zahlen die Zutrittsgeschwindigkeit der Luft zu berechnen, ist es erforderlich auf die Verbrennung zurückzugreifen und, in ähnlicher Weise wie bei den Schachtöfen, über den muthmasslichen Verlauf derselben sich eine Ansicht zu verschaffen. Dieses ist indessen bei den Flammöfen viel leichter als bei den Schachtöfen, weil der Betrieb bei den ersteren viel unabhängiger von einmal gegebenen Verhältnissen bleibt und es leicht ist, den Gang der Verbrennung zu ändern und umzustimmen, sobald nur das erforderliche Maximum des Zuges durch die Esse genährt werden kann.

Es ist deshalb ohne weiteren Anstand die vorherrschende Production von Kohlensäure und Wasser

machten Angaben schwankt der Kohlenverbrauch pro 100 Pfd. Einsatz zwischen 40 u. 80 Pfd.; das Mittel hiervon würde mithin 60 Pfd. pro 100 Pfd. sein und dem oben ermittelten Resultat entsprechen.

bei der Verbrennung der Kohlen im Flammofen anzunehmen.

Zur genaueren Ermittelung des nothwendigen Luftquantums ist es nöthig, die Zusammensetzung der Steinkohle zu kennen, die man verarbeiten will oder muss; so eng nun auch der Kreis für gute Flammofenkohlen gezogen ist, so lässt sich leicht annehmen, dass eine Durchschnittszusammensetzung, wie sie zur vorliegenden Rechnung eigentlich erforderlich wäre, auf keinen Einzelfall bezogen werden kann. Es wird immer besser sein, eine besondere Untersuchung der Kohle nach grosser Durchschnittsprobe machen zu lassen, um danach die Verbrennungserscheinungen theoretisch festzustellen.

Die bereits in diesem Band S. 150 angeführte Steinkohle von Mons und Newcastle ergaben ca. 7338,6 resp. 7628,6 Wärmeeinheiten, wobei angenommen wurde, dass zunächst eine Vercokung der Kohle unter Gasbildung und dann eine Verbrennung dieser Gase sowie des Cokes-Restes stattfände.

Welche von den Methoden der Wärmeberechnung den Vorzug verdient, ob die der einfachen oben S. 331 geschehenen Annahme, dass eine Verbrennung der Kohlenbestandtheile zu Kohlensäure und Wasser ohne Weiteres erfolge, oder die S. 150 befolgte der Annahme von einer kurzen Vercokungsperiode, welcher dann die Totalverbrennung folgt — könnte zweifelhaft sein, wenn nicht die Verlustberechnung sich genauer unter Festhaltung der letzterwähnten Untersuchungsweise besser ausführen liesse.

Zur Erleichterung der Rechnung soll ein Durchschnitt der beiden Kohlensorten genommen werden, für den sich nach Maassgabe der S. 150 ff. aufgeführten Details berechnen

Cokesproduktion	60 Prc.
Gasproduktion	22 Prc.
Verluste	18 Prc.

Die Cokes sind unter Abrechnung des Aschengehaltes bestimmt, so dass die genannten 60 Prc. als reiner Kohlenstoff anzusehen wären.

§. 204. Der Luftbedarf, unter der Annahme, dass sich Kohlensäure und Wasser bilden sollen, ist folgender pro 100 Pfd. Steinkohle:

60 Pfd. Cokes (rein) = 60 Pfd. Kohlenstoff
brauchen 159,9 Pfd. Sauerstoff

22 Pfd. Gas = { 18 Pfd. Kohlenstoff brauchen 47,99 Pfd. „
4 Pfd. Wasserst. brauchen 32,00 Pfd. „ }

zusammen 239,89 Pfd. Sauerst.,

der in 1029,5 Pfd. Luft oder in 397,5, rund 398 Kubikmetern enthalten ist.

Dieses würde pro Tonne Kohlen von der erwähnten Zusammensetzung etwa 1590,0 Kubikmeter ausmachen.

Durch Division der im vorigen Paragraphen für die verschiedenen Stückgrössen angeführten und ausgerechneten Oberflächenwerthe für 100 Pfd. erhält man die nachstehenden Geschwindigkeiten für die vollkommene Luftzufuhr; dieselbe beträgt

bei 3 Zoll	4 Zoll	5 Zoll	6 Zoll	grossen Stücken
78 Mm.	105 Mm.	131 Mm.	157 Mm.	
resp. 45,3	60,3	75,7	90,3	lauf. Met.

Die mittlere Geschwindigkeit würde hiernach betragen 67,9 Meter unter der Voraussetzung, dass die angewandten Kohlen eine gleichmässige Mischung obiger Stückgrössen enthielten. Berücksichtigt man das Vorhandensein von Intervallen, die nur ca. $^1/_5$ der gesammten Brennstoffschichtfläche ausmachen (wie S. 289 ff. gezeigt wurde), so steigert sich die gefundene Geschwindigkeit auf ca. — 339,5 Meter pro Quadratmeter.

Diese Geschwindigkeit bezieht sich, wie die für den Cupolofenbetrieb auf S. 288 festgestellten Werthe, auf die Zeit, innerhalb welcher die Verbrennung von 100 Pfd. Kohlen erfolgen muss; da sich bei dem Flammofenbetrieb eine solche Zeit nur schwer nach praktischen Ergebnissen feststellen lässt, weil gewöhnlich jede Charge für sich verschmolzen und ein continuirlicher Betrieb allerhöchstens bei den Flammöfen

der Bessemerhütte in Ausführung gebracht wird — empfiehlt sich zum Vergleich des eben berechneten Werthes pro 100 Pfd. und des von Schinz durch Versuche ermittelten Werthes von pptr. 0,39 M. pro Secunde für die Verbrennung von Cokes, die nothwendige Zeit für die Verbrennung von 100 Pfd. Steinkohlen auf einem Roste festzustellen, wenn Kohlensäure producirt werden soll.

Es beträgt diese Verbrennungsgeschwindigkeit $= \frac{339{,}5}{0{,}39}$ oder 896 Secunden, rund 15 Min.

Dieser Zeitraum ist ein Minimum, wenn man erwägt, dass die Steinkohlen nicht porös sind, also mit den diese Eigenschaft besitzenden Cokes nur verglichen werden können, sobald man den Werth 0,39 für die Geschwindigkeit als ein Maximum ansieht und benutzt.

In den meisten Fällen wird das eben dargestellte Verhältniss nicht eingehalten, sondern überschritten, indem z. B. der von Guettier citirte Flammofenbetrieb (s. S. 153 dieses Bandes) pro 100 Pfd. Kohlen nur $8^1/_6$ Minute beanspruchte.*) Daraus muss nothwendigerweise ein Ueberschuss an Luft in den Verbrennungsprodukten hervorgehen, der bei dem Flammofenbetrieb denn auch in allen Fällen bemerklich sich macht.

§. 205. Aus den vorstehenden Ermittelungen über Grösse und Geschwindigkeit der nothwendigen Luftzufuhr lässt sich nun eine Bestimmung der Rostfläche für einen gegebenen Fall leicht ableiten, sobald es möglich ist, die Zeitleistung eines Flammofens, also das Verhältniss seiner Haltungsfähigkeit und seiner Schmelzzeit festzustellen.

*) Diese Unstimmigkeit erklärt sich aus der bei geringen Einsätzen in grossen Oefen stets vorkommenden Brennstoffverschwendung. Die Heizung der inneren Oberfläche des Ofens erfordert eine constante Menge Brennstoff, der variable Einsatz dagegen eine veränderliche Menge; daraus erwächst das ungünstige Verhältniss des Brennstoffconsums zu den kleineren Einsätzen.

Für gewöhnliche Zwecke hann man das Verhältniss von 75—100 Ctr. Einsatz und 5 Stunden Schmelzzeit als hinreichend praktisch begründet annehmen. Für die Zwecke dieser Betrachtung ist es besser, eine Charge von 75 Ctr. anzunehmen, obwohl der Ofen, der bequem 75 Ctr. fast, auch 100 Ctr. aufnehmen kann; in den ersten Paragraphen dieses Abschnittes wurden die allgemeinen Grundzüge des Baues eines Ofens auf 100 Ctr. bezogen, weil es oft vortheilhaft ist, einen solchen Ofen zu haben, auch wenn man vorwiegend nur 75 Ctr. zu schmelzen hat. Bei 49 Pfd. Kohlenverbrauch pro 100 Pfd. Einsatz werden in der genannten Zeit 49 . 75 Pfd. = 3675 Pfd. Kohlen verbraucht, die nach den Feststellungen des vorigen Paragraphen etwa 37834,13 Pfd. oder

12626,5 Kubikmeter Luft erfordern, um zu Kohlensäure und Wasser verbrannt zu werden.

Pro Secunde ergiebt sich daraus ein Consum von $\frac{12626{,}5}{5 . 60 . 60} = 0{,}70147$ Kubikmetern, der, durch die erforderliche Geschwindigkeit dividirt, den nothwendigen Rostquerschnitt des Ofens geben muss. Diese theoretische Geschwindigkeit beträgt für die Zeit, in welcher 100 Pfd. verbrennen, 339,5 Meter, indem man die Hindernisse durch die Aufeinanderlagerung des Brennstoffs berücksichtigt, also nur die Intervalle der Schicht auf dem Roste bestimmen will. 100 Pfd. verbrennen aber in $\frac{18000}{36{,}75}$ oder $487^3/_4$, rund 488 Secunden, wenn in 5 Stunden, wie oben angenommen wurde, 3675 Pfd. consumirt werden sollen. Die in Rechnung zu ziehende Geschwindigkeit der Luft pro Secunde beträgt somit $\frac{339{,}5}{488}$ oder — 0,694542 laufende Meter.

Bezieht man diesen Werth auf den vorhin berechneten Luftconsum in der gleichen Zeit, so findet man als die Summe der nothwendigen Luftzulässe

$$\frac{0{,}701470}{0{,}694562} \text{ oder } 1{,}00995 \text{ Quadratmeter.}$$

Für den Flammofen speziell bezeichnet diese Grösse die Summe aller Rostintervalle, oder die sogenannte freie Rostfläche. In welchem Verhältnisse dieselbe zu der totalen Rostfläche steht, richtet sich nach der Construktion der Feuerung überhaupt; bei gewöhnlichen Planrosten nimmt man gewöhnlich (vgl. Band I, S. 510) $^1/_2$—$^3/_5$ der totalen Rostfläche als freien Theil an, und es würde demnach die totale Rostfläche in unserem speziellen Fall

$^5/_3$. 1,00995 resp. 2 . 1,00995 betragen, also von 1,68325 — 2,01990 Quadratmeter schwanken.

Wie aus den Verhältnissen der kleinen Oefen auf der Spandauer Eisengiesserei hervorgeht (vgl. Bd. I, S. 506), kann das Verhältniss der freien zur totalen Rostfläche bis auf 0,39 herabgehen, ohne dem Betrieb Eintrag zu thun. — Es ist in der That zur Unterhaltung einer ausreichend lebhaften Verbrennung nur nöthig, dass das Verhältniss der freien zur totalen Rostfläche nicht kleiner sei, als das Verhältniss der Intervalle einer Brennstoffschicht zu der totalen Gröse dieser Schicht, also nie unter 0,24 herabsinke, vielmehr eher grösser sei.

Was Form und Anordnung des Rostes anbetrifft, so erscheint es unnöthig, nach dem im I. Band bereits Gesagten darauf zurückzukommen; es ist nach der Ermittelung des freien Luftzutrittes und nach der Berechnung der totalen Rostfläche sehr leicht, diese construktiven Punkte zu erledigen.

§. 206. Bei den vorstehenden Berechnungen wurde angenommen, dass mittelst einer Esse von beliebiger Construktion der Zug in erforderlicher Stärke bewirkt werden könne, und es handelt sich jetzt darum, dieser Frage näher zu treten und die nothwendige Grösse des Zuges zu bestimmen.

Bei der statischen Analyse des Cupolofenbetriebes hat es sich bereits herausgestellt, dass ausser der in der nothwendigen Zuggeschwindigkeit der Verbrennungsluft wirksamen Spannung noch die Spannung des Innenraums, ferner die Reibungswiderstände und andere Verluste von dem Motor der Verbrennungsluft überwunden werden müssten, eine Arbeit, welche dort das Gebläse, resp. der Dampfstrahl, hier aber die Esse — in besonderen Ausnahmefällen nur der Unterwind übernehmen muss.

Das Volumen der Verbrennungsprodukte bestimmt die Spannung des Innern, wenn dieselben für die Zeiteinheit berechnet und daraus ihre Geschwindigkeit in den verschiedenen Ofenzonen abgeleitet werden. Da hier das Vorhandensein von einzelnen Kanälen, wie im Schachtofen (S. 296), wegfällt, so gestaltet sich die Aufgabe einfacher, namentlich wenn man sich bestimmter Folgerungen aus bewährten praktischen Verhältnissen bedient. Man setzt aber überhaupt keine besondere Spannung voraus, sondern betrachtet den freien Durchzug der Gase als erforderlich. Nur die Anlage des Fuchses unterbricht die freie Bewegung der heissen Gase durch den Ofen und macht sich einerseits durch eine Condensation des Effekts, andererseits durch eine Dilatation bemerklich, die um so einflussreicher sind, je länger der Fuchs und je grösser seine Reibungseffekte sind.

Es würden nach den Annahmen des vorigen Paragraphen in 5 Stunden 3675 Pfd. Kohlen mit Hilfe von
37834 Pfd. Luft oder
12626,5 Kubikmeter
in Kohlensäure und Wasserdampf verwandelt worden sein. 100 Pfd. Kohlen enthalten nach früheren Annahmen

78	Pfd.	Kohlenstoff, die	285,89	Pfd.	Kohlensäre,
4	„	Wasserstoff, die	36,00	„	Wasserdampf

bilden.

Dies macht

für die gesammte Kohlensäuremenge	10267,3	Pfd.,
für den Wasserdampf	1323,0	„
für den Stickstoff	29018,17	„

Es werden also in 5 Stunden producirt:

Gramm			Kubikmeter
5133650	Kohlensäure	(das Liter à 1,97 Gr.) =	2606,513
661500	Wasserdampf	(das Liter à 0,59 Gr.) =	1121,186
14509085	Stickstoff	(das Liter à 1,25 Gr.) =	11607,268
20304235	Zusammen an Kubikmetern:		15334,967

Die vorstehende Volumberechnung bezieht sich auf gewöhnliche Temperatur, und es muss zunächst mit Hilfe des bereits früher eingeschlagenen Weges die theoretische Temperatur der Gase aus der entwickelten Wärmemenge und das veränderte Volumen berechnet werden.

§. 207. Die Temperatur des producirten Gasgemisches ist ein Resultat der producirten Wärmemenge überhaupt, der resp. Gasquantitäten und ihrer spezifischen Wärmeeffekte; sie wird durch die Formel $t = \frac{P}{Qw}$ ausgedrückt, in der P den absoluten Wärmeeffekt, Q das Gasquantum und w den spezifischen Wärmeeffekt des Gases ausdrückt.

Wo, wie hier, verschiedene Gassorten im Gemisch auftreten, ändert sich die Formel, weil das Produkt Q w zu einer Summe von Produkten wird. Man hat dann:

$$t = \frac{P}{Qw + Q_1 w_1 + Q_{,,} w_{,,}}$$

Für P erhält man den theoretischen Werth

27,930000 Wärmeeinheiten, da 2866,5 Pfd. Kohlenstoff u.
147,0 „ Wasserstoff

zu Kohlensäure und Wasser verbrennen, wobei pro Pfd. Kohle 8000, pro Pfd. Wasserstoff 34000 Wärmeeinheiten frei werden. Die Produkte $Q\,w$, $Q_1\,w_1$, $Q_{,,}\,w_{,,}$ betragen in dem vorliegenden Fall

$10267,3 \cdot 0,2164 = 2221,8$ (für Kohlensäure)
$1323,0 \cdot 0,4750 = 628,4$ (für Wasserdampf)
$29018,17 \cdot 0,2440 = 7080,4$ (für Stickstoff).

Die Summe beträgt 9930,6 und man erhält dem-

zufolge für die theoretische Temperatur der Verbrennung ohne jeden Verlust $\frac{27,930000}{9930,6} = 2813^0$ Cels.

Diese Temperatur kommt aber nicht zur Wirkung und vermag in keinem Fall als Berechnungsgrundlage zu dienen, weder für die Volumbestimmung der heissen Gase, noch zur Schätzung der Temperatur im Ofen selbst.

Vielmehr kommen gleich im Feuerraum zwei Ursachen der Wärmeentziehung zum Vorschein, welche, das theoretische Resultat modificirend, zum Hervorbringen eines einigermassen praktischen Resultats dienen können. Es ist dieses die Vorbereitung des Brennstoffes und die Dampfform des Wassers, welche beide neben der Asche namhafte Wärmemengen absorbiren.

Man kann indess nur die letztgenannten Verlustquellen genau berechnen; die Wärmemenge, welche der Brennstoff consumirt, ehe er die Verbrennungstemperatur erreicht, ist nur auf Umwegen festzustellen, da die beim Schachtofenbetrieb angewandte Methode hier zu ungenügenden Resultaten führen würde.

Nimmt man in der That an, dass 3675 Pfd. Kohlen auf 2813^0 erhitzt werden sollen und acceptirt man den gewöhnlichen Werth der spezifischen Wärme für Steinkohlen, so erhält man kaum

10 Prc. der gesammten Wärmeentwickelung.

§. 208. Durch das vorstehende Resultat erscheint die bei der Statik des Schachtofens berechtigte Annahme, dass der Brennstoff einen grossen Theil der Wärmeeffekte verbrauche, um zu verbrennen, in mehr als einer Richtung hinfällig. Abgesehen von der dem Verlauf der Verbrennung günstigen Aufgabe kleinerer Portionen Brennstoffs, ist die Höhe der Brennstoffschicht eine ausserordentlich geringe; demnächst wird ein nicht unwesentlicher Theil des Brennstoffes, nämlich aller feinere Staub in demselben, fortgerissen und erscheint in der Flamme, wo er bald

in Gluth geräth, verbrennt und seinerseits Wärme abgiebt.

Es ist natürlich ganz unmöglich, alle solche Wandlungen in der Rechnung zu berücksichtigen und dadurch schliesslich zu einer correkten Bestimmung des Wärmeverbrauchs bei der Verbrennung des Brennstoffes zu gelangen.

Dagegen bieten die Versuche mit Steinkohlen im Calorimeter, wo also die nach Abzug der Vorbereitungswärme übrigbleibende freie Wärme zur Wirkung gelangt ist, ein Mittel, um sich über den ungefähren Umfang der besprochenen Verlustquelle eine einigermassen sichere Vorstellung zu schaffen.

Es wird durchschnittlich angenommen, dass Steinkohlen, nach calorimetrischen Versuchen, 6000 Einheiten Wärme pro Gewichtseinheit (hier also das Pfund) entwickeln, und es beträgt somit die nach Abzug der Vorwärmung, sowie der latenten Wärme für den Ofenbetrieb disponible Wärmemenge in dem hier vorliegenden praktischen Fall

$$367 \,.\, 6000 = 22{,}050000 \text{ Einheiten.}$$

Die Temperatur des Gasgemenges wäre dann von 2813^0 Cels. auf $\frac{22050000}{9930{,}6}$, d. h. auf $2220{,}9^0$ Cels. gesunken und es wären im Feuerraum selbst

5,880,000 Wärmeeinheiten für Vorwärmung des Brennstoffes und für die latente Würme des Wasserdampfes, der Asche u. s. w. consumirt worden.

Für die erstere fand Regnault pro Gewichtseinheit Wasserdampf = 530,67 Wärmeeinheiten; es berechnen sich also für 1323,0 Pfd. Wasserdampf, welche in dem Gasgemisch des vorliegenden Falles enthalten sind, rund

712000 Wärmeeinheiten, die, von der oben gefundenen Summe von

5,880000 Einheiten abgezogen,

5,168000 Einheiten als vermuthliche Wärmeconsumtion für die Vorbereitung des Brennstoffes ergeben. Mindestens wird dieses Wärmequantum im

Herde selber durch Asche, hygroskopisches Wasser u. s. w absorbirt, so dass die folgenden Betrachtungen über Volumen und Geschwindigkeit der Gase nur an die Resttemperatur von 2220,9° Cels. anknüpfen können.

§. 209. Die Gase des Ofens treten mit dieser Temperatur in den Ofenraum ein und durchlaufen ihn mit einer Geschwindigkeit, die mit der Temperaturhöhe zu- und abnehmen muss, da sich das Volumen der Gase durch Erhitzung in ungewöhnlichem Maasse steigert.

Nimmt man die Lufttemperatur in der Ofennähe auf 20° Cels. an (bei den Schachtöfen wurde 0° angenommen, weil der Transport der Verbrennungsluft von weiter her erfolgen kann und das Lokal der Gebläse nicht vom Einfluss der Ofenwärme abhängig ist, wie die Temperatur der frei unter den Rost der Flammöfen streichenden Luft) und die Temperatur des Ofeninnern auf 2220,9°, so ergiebt die Anwendung der Formel

$$V_2 = \frac{V_1 (1 + 3 \delta t_2)}{(1 + 3 \delta t_1)} \text{ (vergl. d. Bd. S. 297)}$$

die Rechnungsoperation $\frac{15335 (1 + 0{,}003666 . 2220{,}9)}{(1 + 0{,}003666 . 20)}$

und daraus das Resultat von rund

130576 Kubikmeter als Volumgrösse der über die Feuerbrücke innerhalb 5 Stunden tretenden Gase.

Daraus ergiebt sich pro Secunde ein Gasvolumen von etwa 7,254 Kubikmetern, die sich einer Luftzufuhr von 0,70147 „ Luft gegenüberstellen. Nimmt man als Minimum an, dass die Gasgeschwindigkeit der Luftgeschwindigkeit von 0,694562 Metern pro Secunde gleich sein oder, in anderen Worten, dass der Ofenquerschnitt an der Stelle, wo die Gase 2220,9° Cels. haben, dem im Minimum nothwendigen Lufteinlass von 1,00995 Quadratmeter entsprechen soll, so erhält man als nothwendigen Querschnitt eine Grösse, welche in der Praxis nie vorkommt. Man muss eben, um die Oberflächen des Apparats nicht zu sehr zu vergrössern, dem Gasstrom eine grössere Geschwindig-

keit geben, als dem Luftstrom, und diese Arbeit durch die Erhitzung der Esse hauptsächlich bewerkstelligen.

Um wie viel die theoretischen Querschnittsverhältnisse von den wirklichen abweichen, geht aus der Betrachtung der im I. Bande beschriebenen Flammöfen hervor. Der auf Taf. X u. XI abgebildete grosse Ofen der Gleiwitzer Eisengiesserei hat über der Feuerbrücke ca. 12,5, hinter der Feuerbrücke ca. 16,25 rheinische Quadratfuss Querschnitt.

Betrachtet man die Feuerbrücke wie den Theil eines eine momentane Contraktion hervorbringenden Diaphragma und nimmt den zweiten Werth als maassgebend, so erhält man in Quadratmetern ca.

1,6 als den wirklichen Ofenquerschnitt für Einsätze von 75—110 Centnern bei gestreckter Construktion des Herdes.

Der theoretische Werth berechnet sich

$$= \frac{7{,}254}{0{,}694562} = 10{,}44 \text{ Quadratmeter,}$$

also ungefähr gleich dem

6,5 fachen des praktisch Ausführbaren.

Es muss mithin die Geschwindigkeit um das gleiche Verhältniss gesteigert gedacht werden, sodass anstatt

0,694562 Metern pro Secunde

bei Innehalten der bisherigen empirischen Regeln zur Anlage von Flammöfen

4,51465 Meter als Geschwindigkeit der Gase herauskommen.*)

*) Nimmt man an, dass die Abgabe von Wärme seitens der Gase im umgekehrten Maasse geschieht, als die Geschwindigkeit wächst, so muss man die Erzielung einer möglichst geringen Geschwindigkeit als rationell ansehen und sucht auch in einzelnen Zonen des Ofens durch Verengungen der Querschnitte eine starke Reibung und in Folge dessen eine temporäre Compression zu erzielen.

Natürlich wirkt aber jede solche Pression auch auf die Luftzuführung, und deshalb sind bis auf Weiteres die auf deren Initialgeschwindigkeit, 0,694562 Meter pro Secunde, gegründeten Werthe als gültig anzusehen.

§. 210. Nach ihrem Eintritt in den Ofen berühren die Gase entweder zunächst die Wände desselben, oder, falls der Einsatz vorher kalt geschieht, geben sie gleichzeitig an das zu schmelzende Roheisen einen Theil ihrer Wärme ab.

Es sind hier hauptsächlich zwei, eigentlich aber drei Verbrauchsquellen für die Wärme zu unterscheiden:

die Wärmeaufnahme durch das schmelzende Roheisen;
die Wärmeaufnahme durch die zur Rothgluth erhitzten Ofenwände;
der Wärmeverlust durch Ausstrahlung des durch letztere hindurchgeleiteten Wärme-Ueberschusses.

In den Vorbetrachtungen dieses Kapitels (S. 334) ergeben, unter Vernachlässigung aller übrigen Verlustquellen, die Schinz'schen Grundsätze kolossale Wärmemengen, die bei dem Flammofen durch Strahlen verloren gehen sollten. Die späteren Rechnungen werden zeigen, dass diese Resultate immerhin nur wenig sich reduciren und dass der Wärmeverlust durch Wände und Armatur noch immer ein sehr bedeutender sein kann, selbst unter den viel günstigeren Voraussetzungen einer kurzen Dauer des Schmelzens und eines relativ niedrigen Kohlenverbrauchs. Der Wärmeaufwand, der sich aus der Schmelzung des Eisens ableitet, ist leicht zu berechnen, sobald man weiss, welche Temperatur das Eisen bei dem Abstechen eines Flammofens besitzt.

Auf S. 330 ff. ist eine mittlere Temperatur von 1500° der Rechnung zu Grunde gelegt und mittelst des von Schinz angegebenen Coefficienten der spezifischen Wärme im Roheisen eine Wärmemenge von rund 22000 Wärmeeinheiten pro 100 Pfd. Einsatz berechnet worden, also 1,650000 pro 75 Centner.

Bei der Statik der Cupolöfen erschien es angemessen, den Wärmeaufwand auf die ursprüngliche Temperatur der Verbrennungsgase zu beziehen, und

trifft diese Voraussetzung auch insofern praktisch zu, als das Produkt der Cupolöfen stets weit heisser ist, als das der Flammöfen.

Legt man dagegen die Temperatur zu Grunde, welche Versuche mit der Schott'schen Wärmemessmethode an dem Kanoneneisen zu Spandau ergaben, das man im Flammofen umgeschmolzen hatte, so stellt sich das Resultat anders heraus.

P = Q w t wird dann (wobei w = dem höchsten bestimmten Werth, nämlich = 0,166469 angenommen ist) = 2,771700; rund 2,771000.

Noch anders würde es ausfallen, wenn man die theoretisch früher ermittelte Gastemperatur auch für die Wärmeabsorption des Roheisens in Anrechnung bringen würde; eine, wie schon gesagt, ungerechtfertigte Annahme.

Die Berechnung des Wärmeaufwandes zum Roheisenschmelzen mit Benutzung der von Schinz angegebenen Werthe für die latente Wärme des Roheisens (vergl. Documente, S. 33) liefert fast gleiche Resultate wie die vorstehend angewandte Methode.

§. 211. Die Verluste durch Leitung und Strahlung bestimmen sich nur mit der grössten Schwierigkeit, da positive Anhaltspunkte insofern fehlen, als die den bekannten Gesetzen über jene Bewegungen der Wärme zu Grunde liegenden Versuche und Erfahrungen mit kleinen Apparaten und nicht mit Oefen gemacht worden sind.

Das Resultat S. 334 bedarf der Correktur durch das, was seither aus den möglichst genau festgestellten Betriebsverhältnissen eines Ofens für 75 Ctr. Einsatz entwickelt werden konnte.

Hält man dieselben Innenflächenmaasse des Ofens fest und nimmt man an, dass keine Vergrösserungen durch Luftströmungen geschehen können, so entsteht unter der Voraussetzung, dass die transmittirenden Flammofenwände 1500° heiss seien, ein Wärmeverlust von 4,850976 Wärmeeinheiten pro Stunde, der, die Vollhitze auf 2½ Stunden gerechnet, sich demnach auf 12,127442 Wärmeeinheiten beliefe.

Diese etwas rohe Rechnung muss durch die Temperaturbeobachtungen controlirt werden, welche an dem aus dem Ofen kommenden Gasstrom unmittelbar am Fuchs gemacht werden können und welche man wie immer auf das bekannte Gasgemisch in der Gesammtquantität beziehen kann.

Eine andere Bestimmung der Ausstrahlungsverluste lässt sich aus den Versuchen ableiten, welche Lowthian Bell in seinen von P. Tunner herausgegebenen „Mittheilungen über den Hochofen" bespricht. Er berichtet S. 31 ff. darüber und giebt zunächst eine Tabelle mit Thermometermessungen, die er im Rauhgemäuer des Ofens anstellte, dann einige mit einem einfachen Calorimeter ausgeführte Bestimmungen der Ausstrahlungen. Das 5 Fuss dicke Gemäuer, resp. Futter, zeigte 2—1 Fuss über den Formen eine Temperatur von 289° F. oder 143° C. und ergab einen Wärmeverlust von 302,48 Pfd. Calorien pro Quadratfuss. Diese repräsentirt also die wirklich nach aussen gelangte Wärmemenge, welche unter gleichen Voraussetzungen umgekehrt proportional der Wandstärke der Umfassung, für $^3/_4$—1 Fuss Stärke also etwa 1210 Wärmeeinheiten gewesen sein dürfte.

Die Oberfläche des Flammofens nach §. 201 auf ca. 220 Quadratfuss angenommen (ohne die kleinen Details der Armatur in Rechnung zu ziehen, welche das Verhältniss bedeutend steigern), ergeben sich pro Stunde 266200 Wärmeeinheiten, für die Dauer der Charge also 1,3 Millionen Wärmeeinheiten als Betrag der freien Strahlung.

Dieser Werth ist ein Minimum und bedarf der von Schinz für die Resultate der Dulong'schen Formel angegebenen Correktur, d. h. der Multiplikation mit 4—22 oder im Mittel mit 9. Dadurch stellt sich das Resultat auf netto 11,979000 Einheiten, zufällig fast ebenso viel, als vorhin mit der Dulong-schen Formel ausgerechnet wurde.

Leider ist diese Rechnung in ihrem Resultat aber ebenso Hypothese als die erstausgeführte, und es bleibt nur übrig, die Bestimmung der in der glühenden Wand

selbst aufgesaugten Wärme zu versuchen und dann den im Fuchs noch bleibenden Rest an Wärme festzustellen.

§. 212. Der §. 201 berechnete Ofenkörper hat in einer gleichmässigen Wand von 12 Zoll Dicke und einem Gewölbe von ebenfalls 12 Zoll (incl. Sandverschüttung) ca. 173 Kubikfuss Mauerwerk von harten, zum Theil feuerfesten Ziegeln, welche an der Innenseite bestrebt sind, die gleiche Temperatur wie die Feuergase anzunehmen und nach aussen hin im Verhältniss ihrer Leitungsfähigkeit abnehmen. Beträgt die äusserste Temperatur, in der Masse der Steine, nicht auf der Oberfläche derselben, so viel, wie Bell an der Gestellwand eines Hochofens gefunden, so nimmt die Temperatur der Wand des Flammofens von der theoretischen Temperatur der Ofengase 2220,9, resp. der Temperatur des Eisenbades, bis zu 143° von innen nach aussen ab.

Die im Ganzen von der Wand aufgeschluckte Wärmemenge lässt sich unter Annahme einer mittleren Temperatur berechnen, die als die Summe einer geometrischen Reihe von der Form $a + b^2 a + c^2 a + d^2 a$, deren Coefficienten b, c, d, eine arithmetische Reihe bilden, hervorgeht und für den vorliegenden Fall etwa 1028° C. beträgt.*)

Das Gewicht eines Kubikfusses Ziegelmauerwerk ist nach Weisbach nahezu 100 Pfd.; — weil aber die feuerfesten Steine ein bedeutenderes Gewicht besitzen, als gewöhnliche Ziegel, und dem Bruchsteinmauerwerk sich nähern, kann man den Kubikfuss auf 125 Pfd. ganz gut annehmen.

Der spezifische Wärmeeffekt ist ebenfalls nach Weisbach 0,2150, und beträgt hiernach das von den Seitenwänden, der vordern Stirnwand und dem Gewölbe

*) Die Mauerstärke wurde in 4 Streifen à 3 Zoll Dicke zerlegt gedacht, deren Substanz, von aussen nach innen gehend, beziehungsweise 143°, 462°, 1287° und endlich 2220,9° (genauer 228) als Durchschnittstemperatur besitzen sollten.
Das Mittel dieser Werthe ist die obige Zahl 1028°.

mindestens aufgenommene Wärmequantum, um die Innenfläche in eine Temperatur von 2200° zu versetzen:

173 . 125 . 1028 . 0,2150 Wärmeeinheiten.

Zieht man Herd und Feuerbrücke unter gleichen Voraussetzungen in Rechnung, so erhält man ca. 60 Kubikfuss à 125 Pfd., und wird dadurch eine Wärmemenge von

60 . 125 . 1028² . 0,2150 Einheiten.

Beide Werthe zusammen ergeben

6,438460 Wärmeeinheiten als Consum der glühenden Wandflächen.

Bei dem Schachtofen ist eine derartige Berechnung nicht gemacht worden, weil daselbst sich das auf diese Weise absorbirte Wärmequantum auf ein Minimum reducirt und der Schacht nur in einer kleinen Zone wirklich glühend wird. Auch das bei jeder cylindrischen Form günstigere Verhältniss der Oberfläche zum Inhalt tritt hinzu, um die Unterlassung in ihren Folgen als wenig bedeutend hinzustellen.

§. 213. Wenn die vorigen Bestimmungen über Strahlung und Absorption der Ofenwände richtig wären, so liesse sich aus dem nach Abzug dieser sämmtlichen Verlustquellen verbleibenden Restquantum an Wärme die Temperatur des Gasstroms beim Eintritt in die Esse berechnen.

Eine Rekapitulation der im Vorstehenden erhaltenen Resultate und die Berechnung der nach Abzug sämmtlicher Verluste übrigbleibenden Wärmemenge würde kaum 1 Million Wärmeeinheiten und folglich knapp 100° als Temperatur für die aus dem Ofen in die Esse tretenden Gase ergeben, während selbst bei Kesselfeuerungen die Temperatur des Rauches beim Verlassen der Feuerkanäle und dem Eintritt in die Esse auf 230—300° angenommen wird.

Man kann bei dem Flammofen für Giessereibetrieb, wo bei starkem Schüren und russender Flamme die austretenden Gase an der Essenmündung sich oft noch entzünden — 230—300°, wenn nicht noch mehr, als Temperatur für den Austritt in freie Luft annehmen.

Die Wirkung des Fuchses an den Oefen noch ausser Acht gelassen, ergiebt sich für die Temperatur der Gase beim Verlassen des Ofens mindestens eine solche, die nach Abgabe der zum Erwärmen einer 15 Meter hohen und entsprechend weiten Esse nöthigen Wärme noch stark genug ist, den Gasstrom so rasch zu entfernen, als Luft unter den Rost tritt.

Mit einem Wort, die Temperatur der Gase beim Eintritt in die Esse setzt sich zusammen aus:

der Temperatur, welche der von der Esse aufgesaugten Wärme entspricht;

der Temperatur, welche die Gase besitzen müssen, wenn sie mit einer bestimmten Geschwindigkeit aus der Esse treten sollen.

Diese Geschwindigkeit richtet sich auch noch nach dem Durchmesser der Esse und muss, bei einer günstigen Construktion derselben, mindestens so gross sein, dass der Zuzug frischer Luft unter den Rost nicht gehindert ist.

Dieses Minimum an Geschwindigkeit erhält man unter der Annahme, dass die Gase so viel Wärme behalten, um leichter als die Luft sein und in dieser frei ausströmen zu können.

Das Gasgemisch, welches im Flammofen resultirt, misst im kalten Zustand 15334,967 Kubikmeter und hat ein Totalgewicht = 20,304235 Gramm — also 1318 Gramm pro Kubikmeter, während atmosphärische Luft 1295 Gramm wiegt (nach Weisbach nur 1293,8).

Rechnet man den Querschnitt einer starken Flammofenesse im Maximum auf 2 Fuss im Quadrat oder 0,3969 Quadratmeter, so müssen, da der Ofen in 5 Stunden 15334,967 Kubikmeter Gase producirt, pro Secunde etwa 0,852 Kubikmeter die Esse passiren und mit einer Geschwindigkeit von 2,147 Metern.

Diese Geschwindigkeit setzt einen bestimmten Unterschied im spezifischen Gewicht der Atmosphäre und der Ofengase voraus, der leicht zu berechnen ist und der weiterhin wiederum den Schluss auf die nothwendige Temperatur der austretenden Gase gestattet.

Die S. 262 mitgetheilte Scheerer'sche Formel giebt für diesen Fall gute Mittel an die Hand, da die praktischen Mängel der Formel hier beim Austreten der Gase nicht in Betracht kommen und es sich darum handelt, lediglich die Temperatur zu bestimmen, welche eine Luftsäule haben muss, um sich in der Atmosphäre mit 2,147 Metern Geschwindigkeit aufwärts zu bewegen. Die Höhe h kann beliebig genommen werden; für den vorliegenden Fall kann man sie ganz vernachlässigen und erhält dann die Formel

$$\frac{(1 + t \,.\, 0{,}003665)\left(1 + \left(\frac{G}{7{,}9}\right)^2\right) - 1}{0{,}003665} = T.$$

Nimmt man t = 20° C. u. G = 2,147, so wird T etwa = 236° Cels.

In Anbetracht, dass bei der Anwendung der Scheerer'schen Formel von der oben berechneten Differenz im spezifischen Gewicht abgesehen werden musste, die zwischen den Essengasen und der atmosphärischen Luft besteht, müsste das Resultat für T eigentlich mit $\frac{1318}{1295}$ multiplicirt werden.

Anstatt dessen und um allen Verhältnissen Rechnung zu tragen, kann man den Werth von T auf 240° abrunden und gewinnt so die Basis für die Calkulation der Essentemperatur, wobei hauptsächlich die Absorption der Essenmauern zu berücksichtigen sein wird.

§. 214. Nimmt man nach alledem die verschiedenen Gastemperaturen in der Esse proportional den Aussentemperaturen der Essenwände an und bestimmt man die letzteren nach dem Verhältniss, welches Lowthian Bell für die successive Temperaturabnahme eines Hochofengemäuers gefunden hat, so gelangt man von der nothwendigen Austrittstemperatur = 240° ausgehend, zu folgenden Resultaten.

Lowthian Bell fand bei 51 Fuss Höhe über den Formen 118° Fahrenheit äussere Temperatur, während in der Nähe der Formen 289° sich ermitteln

liessen. Rückt man um etwa 8 Fuss weiter hinauf, um die Länge des Flammofens von der Feuerbrücke bis zum Fuchs bei dem Vergleich zu berücksichtigen, so bekommt man die abgerundeten Temperaturen 275° und 110°, denen man die Innentemperaturen proportional setzen kann, sobald man durchweg gleiche Wandstärken annimmt.

Das Verhältniss

$$110 - 32 : 275 - 32 = 78 : 243 :: 240 : x$$

ergiebt für den Eintritt der Gase in die Esse innerhalb 5 Stunden eine durchschnittliche Temperatur von mindestens 750° C.; das Mittel beider Essentemperaturen ist daher 485° C., welches sich auch dem Gemäuer mittheilt, aber wegen der schlechten Leitung desselben sich auf die der Innenfläche nächsten Theile beschränkt. Sieht man von der Wärmestrahlung bei der Esse überhaupt ab, so berechnet sich für die Absorption und event. Strahlung ein Wärmeconsum von (750 — 240) . 9930,6 = 5,064605,8 Wärmeeinheiten und eine Temperatur des auf 400 Kubikfuss à 125 Pfd. angenommenen Mauerwerks von 0,2150 spezifischer Wärme

$$= \frac{5{,}064605{,}8}{400 \cdot 123 \cdot 0{,}2150} = 320^{0}.$$

Die Grösse dieses Werthes zeigt sofort, dass eine Strahlung vorhanden sein muss, da die äussere Temperatur der Mauer nach den Bell'schen Messungen für die 4füssigen Mauern eines Hochofens zwischen 118° und 275° Fahrenheit betragen hat, so dass für eine wohl 4fach kältere Esse mit 1füssigen Wänden derselbe Werth beibehalten werden kann.

Der daraus resultirende Mittelwerth von 196½° F. oder 91,4° Cels. ergiebt unter Berücksichtigung desselben Abnahmegesetzes, wie im §. 212 angewandt wurde, eine Temperatur von nur 250° als Durchschnitt des pyrometrischen Effekts der Essenwände, welche einer Menge von 250° . 400 . 125 . 0,2150 oder 2,633750 Wärmeeinheiten entsprechen.

Es bleiben mithin an Strahlungsverlust an der Esse nur 742654 Wärmeeinheiten übrig.

Bei dünneren Wänden oder Vergrösserung der Oberflächen wächst die Strahlung mehr und kann unter Umständen, z. B. bei eisernen Essen, die Erhitzung derselben überwiegen.

Nach dem Austritt der Gase aus dem Ofen in die Esse enthalten sie also noch 7,447950 Wärmeeinheiten, welche als Correctiv für den früher veranschlagten Verlust im Ofen dienen müssen.

§ 215. Recapitulirt man nunmehr alle Seiten des Wärmeverbrauchs, so stellen sich Wärmemengen, Temperaturen und Volumina in den verschiedenen Stadien des Ofenbetriebes wie folgt:

2866,5 Pfd. Kohlenstoff }
147,0 Pfd. Wasserstoff } entwickelten in 5 Stunden

27,930000 Wärmeeinh.

Davon absorbiren:

a) der Brennstoff	5,168000
b) der Wasserdampf . . .	712000
c) das Roheisen	2,771000*)
d) die Ofenwände	6,438460
e) die Strahlung des Ofens	5,392590
f) die Esse	5,064606
g) die abziehenden Gase	2,383344
	27,930000 Wärmeeinh.

Diese Wärmevertheilung gruppirt sich nach den Ofentheilen wie folgt:

1) Feuerraum (a u. b) . . .	5,880000
2) Ofen (c, d, e)	14,602050
3) Esse (f)	5,064606
4) Verlust über der Esse (g)	2,383344
wie oben	27,930000 Einheiten.

Die Wärmemengen und Temperaturen der Gase sind folglich:

*) Nimmt man für das Roheisen die Temperatur von 1500° an, so berechnet sich dafür ein grösserer Strahlungsverlust aus dem Resultat oder die Verbrennung ist als minder energisch anzunehmen.

		Einheiten	
1)	theoretisch	27,930000 u.	2813,9° C.;
2)	beim Eintritt in den Ofen	22,050000 u.	2220° C.;
3)	beim Eintritt in die Esse	7,447950 u.	750° C.;
4)	beim Austreten	2,383344 u.	240° C.

§. 216. Unter der Annahme, dass die gefundenen Verhältnisse maassgebeend für die Construktion der Oefen wären, berechnen sich nachstehende theoretische Querschnitte für einen Flammofen von 75—100 Ctr. Einsatz.

Aus §. 209 ging bereits für die anfängliche Ofenweite 10,44 Quadratmeter hervor und bezog sich auf eine Gastemperatur von 2220,9° Cels.

Im Verlauf des Hindurchganges vermindert sich bekanntlich die Temperatur auf 750° Cels., wonach sich zunächst das Volumen der Gase nach der §. 209 angewendeten Formel berechnen lässt, um den theoretischen Essenquerschnitt und das Verhältniss desselben zu den übrigen Querschnittsdimensionen zu bestimmen.

Man erhält

$$V_2 = \frac{15335\ (1 + 0{,}003666\ .\ 750)}{1 + 0{,}003666\ .\ 20} = 53560{,}06 \text{ Kubikmeter}$$

und pro Secunde ein Gasvolumen von 2,976 Kubikmetern, welches, um mit der Initialgeschwindigkeit 0,694562 pro Secunde zu passiren, einen Querschnitt von 4,284 Quadratmetern am Anfang der Esse beanspruchen würde.

Im vorliegenden Fall wurde die Esse nur 24 Zoll weit angenommen, was bei quadratischem Querschnitt eine Fläche von 4 Quadratfuss oder 0,39402 Quadratmeter ausmacht. Auch hier übertrifft die theoretische Grösse die wirklich in der Praxis zur Ausführung kommende sehr bedeutend, nämlich um das 101,87fache, also noch mehr wie bei der Dimension des Ofens in seinem heissesten Theil.

In demselben Verhältniss muss sich, die gleichen Gasmengen vorausgesetzt, die Durchgangsgeschwindigkeit steigern — also auf über 6 Meter pro Secunde.

Dazu tritt nun noch das Querschnittsverhältniss am Ausgang der Esse, um die theoretische Skizze des Apparates zu vollenden.

Man berechnet für das Gasvolumen am Ausgang

$$\frac{15335\,(1 + 0{,}003666 \,.\, 240)}{1 + 0{,}003666 \,.\, 20} = 26791 \text{ Kubikmeter oder}$$
1,488 pro Secunde,

woraus sich der erforderliche Essenquerschnitt mit 2,143 bei der Initalgeschwindigkeit von 0,694562 Metern pro Sekunde, also ein um 5,4 grösserer Querschnitt berechnet, als angenommen wurde.

Da bei der Anwendung der Scheerer'schen Formel im §. 213 von einer Temperatur der Gase ausgegangen wurde, die gleich der Temperatur von der zum Rost strömenden Verbrennungsluft sein sollte, so kann man den gefundenen Correktionscoefficienten 5,4 anwenden, um mittelst der Theorie den Flammofen zu construiren.

§. 217. Es sind im Vorstehenden folgende Verhältnisse ausgerechnet worden, ohne einen Druck anzunehmen:

freier Rostquerschnitt	1,00995	Quadratmeter
gesammter „	2,01990—4,03880	„
Querschnitt der heissesten Zone	10,44	„
Ofenweite hinter dem Fuchse	4,284	„
Essenmündung	2,143	„

Die Geschwindigkeit ist dabei in allen Fällen = 0,694562 angenommen worden, und bei der Berechnung der Temperatur für die aus der Esse ziehenden Gase ebenfalls.

Dabei konnte das Gasvolumen nicht anders, als gleich dem bei gewöhnlicher Temperatur auf 15335 Kubikmeter bestimmten vorausgesetzt werden, weil eine feste Rechnungsgrundlage erforderlich war. Deshalb müssen alle Ofendimensionen zwischen Rost und Essenmündung, wie sie die vorstehende Uebersicht ergiebt, um ein bestimmtes Maas verändert werden, und dieses

Maass wird gegeben durch den Quotienten $\frac{2{,}143000}{0{,}39402} = 5{,}4$ (§. 216).

Dividirt man damit die einzelnen Werthe, so erhält man anwendbare Verhältnisse, aus denen sich die Beziehungen der einzelnen Ofenquerschnitte unter einander entwickeln lassen.

Es betragen mithin bei einem Ofen von 75—100 Ctr. Einsatz, der nur 49 Pfd. Kohlen pro 100 Pfd. Eisen verbrennen darf:

	Quadratmeter
die freie Rostfläche	1,00995
die gesammte Rostfläche	2,01990
der Querschnitt der heissesten Zone	1,93333
die untere Essenweite	0,73333
die obere Essenweite	0,39402

Hierbei ist zu bemerken, dass man die gesammte Rostfläche noch vergrössern kann, falls es die Qualität des Brennstoffs, der zu Gebote steht, erfordert. In solchem Fall führt man das Ofenprofil, die rektanguläre Grundrissform vorausgesetzt, von der grösseren Rostfläche zur Ofenhöhe über der Feuerbrücke allmälig über. Die letztere zeichnet man erst später hinein und macht sie so klein, als es irgend die Anlage des Eisensumpfes gestattet.

Setzt man eine bestimmte Breite des Ofens ein, z. B. wie im vorliegenden Fall 5 Fuss, so erhält man die Verhältnisse der Rostgänge und der Ofenhöhe über der Feuerbrücke. Von da an ist es angemessen, den Ofen gleichmässig auch in der Breite zusammenzuziehen und die vor der Mündung in die Esse massgebende Form des Raumes quadratisch zu nehmen, wie die Esse selbst.

Daraus und aus den gewöhnlichen Wölbungsvorschriften ergiebt sich für einen gestreckten Herd die Contour des Profils auf das Einfachste. Anders ist es natürlich bei vertieftem Herd, wo ein gebrochenes Gewölbe eingeführt werden muss, der Ofen kürzer werden kann und die Aufgabe sich in den Details

complicirt. Allgemeine Vorschriften können hierbei nicht gegeben werden und der Praktiker muss sich an der Hand des bereits Entwickelten weiter zu helfen suchen.

Anwendung der Gasöfen.

§. 218. Nur einige Worte seien über den Gasofen gestattet, soweit derselbe beim Giessereibetrieb zur Anwendung kommt. Sie ist noch sehr vereinzelt und beschränkt sich eigentlich auf drei Fälle:

1) Die Anwendung des Eck'schen Steinkohlengasofens zur Darstellung gefeinten Eisens für den Walzenguss.

2) Die Anwendung des Siemens'schen Regenerativofens zum Schmelzen grösserer Einsätze verschiedener Natur.

3) Die Anwendung desselben Ofens zum Darstellen des schmiedbaren Gusses.

Der Eck'sche Steinkohlengasofen, der älteste der angeführten Apparate, entstand in Schlesien in Folge des Bedarfs an gefeintem Eisen, den die daselbst üblich gewesenen englischen Feuer zum Theil nicht ausreichend, zum Theil nicht wohlfeil genug herzustellen vermochten. Zunächst auf der Königshütte erbaut und betrieben, wurde er auch nach der Eisengiesserei bei Gleiwitz verpflanzt, um die einen grossen Theil der dortigen Arbeiten ausmachenden Bestellungen auf Walzen zu erledigen. Der damalige Chef der Giesserei, nachherige Director Brand, behauptet, sehr günstige Resultate damit erzielt zu haben, und beschrieb Einrichtung und Betrieb des von ihm in einzelnen Details modificirten Ofens im Karsten'schen Archiv, 2. R., XVII.—XX., XXI. Bd., ziemlich ausführlich. Der Verfasser kann, seinen Erfahrungen nach, die Ansicht nicht theilen, dass der Feinofen eine technisch sichere und ökonomische Anwendung für den Giessereibetrieb finden dürfte; der Zeitpunkt, bei welchem der Guss erfolgen muss, ist, vorzüglich bei rasch feinendem Eisen, kaum einzuhalten und zu benutzen,

und man muss, um sicher zu gehen, einen Theil der Windzulässe cassiren. Damit verwandelt man den Feinofen in einen gewöhnlichen, nur etwas oxydirender als sonst wirkenden Flammofen, mit dem Unterschied, dass der Betrieb des letzteren einfacher zu leiten ist und nicht so viele Unbequemlichkeiten mit sich führt. Als allgemein anwendbare Ofenanlage ist der Eck'sche Ofen daher nicht zu bezeichnen und zu empfehlen; deshalb muss hier auf das Kapitel vom Walzenguss verwiesen werden, wo die Qualität des Materials nach authentischen Mittheilungen besprochen wird.

Es ist bei keiner Anlage von Giessereien, sie sei noch so weitläufig, zu empfehlen, Gasflammöfen anzulegen — um das Roheisen für gewisse Zwecke härter zu machen. Das geschieht, wie gezeigt werden soll, viel sicherer durch zweckmässiges Gattiren verschiedener Eisensorten, die überall vorgefunden werden.

§. 219. Der Siemens'sche Regenerativofen, eine der bedeutendsten Erfindungen der Neuzeit, hat im Giessereibetrieb bisher nur selten Anwendung gefunden. Es kommt dies daher, weil seine hohen Anlagekosten ihn für einen continuirlichen Betrieb vorzugsweise anwendbar machen, für intermittirenden Betrieb dagegen seine Anwendung auf die Aufgaben beschränken, die nur in einem so energisch wirkenden Apparat gelöst werden können.

Dahin gehört das Einschmelzen sehr grosser Chargen an Roheisen, dann die Verwendung schlechteren Brennstoffs zu einem solchen Zweck, der, wie das Roheisenschmelzen, mehr Wärme verlangt, als von dem gedachten Brennstoff in gewöhnlichen Apparaten erzeugt werden könnte. Von diesen Anwendungen ist die letztere die schwierigste und noch wenig versucht; bekannt ist aber die erstere, welche z. B. auf der Eisengiesserei und Maschinenfabrik von A. Hoppe & Co. in Berlin sich vorfindet.

Der daselbst erbaute Flammofen fasst 3—400 Ctr. und dient zum Guss schwerer Stücke von bestimmter Qualität; seine Construktion weicht nicht ab von

den gewöhnlichen Siemens'schen Giessöfen, wie sie u. A. für die Darstellung des Martinstahls angewendet werden. Sonst ist über Betrieb und Führung dieses Apparates nichts weiter bekannt geworden, auch wird derselbe nicht gern gezeigt, da die Einrichtung in ihrer jetzigen Gestalt das Resultat vieler Ueberlegung und Arbeit ist und jedenfalls ein beträchtliches Lehrgeld gekostet hat.

Die allgemeine Anwendbarkeit einer so theuren Anlage, wie ein Siemens'scher Ofen immer bleibt, kann für den Giessereibetrieb nur da zugegeben werden, wo ein continuirlicher Betrieb möglich oder nothwendig wird. Dieses ist eigentlich nur bei der Tiegelgiesserei im Grossen der Fall und lohnt sich dieses Verfahren wiederum nur bei der Herstellung des schmiedbaren Gusses. Wenn es gelänge, ohne Umstände das Flammofenprodukt so heiss zu machen, als es im Schachtofen möglich ist, dann könnte man dem letzteren ein paar mit einem Generator arbeitende Siemens'sche Oefen substituiren; doch wird es immer seine Schwierigkeit haben, Abstiche in beliebiger Grösse herzustellen, wie sie sowohl der grösste als der kleinste Cupolofen leicht hergiebt.

Die Versuche, die man früher gemacht, einen Flammofenherd mit Abstich zu versehen und einen continuirlichen Betrieb einzurichten, haben zu keinem praktischen Resultat geführt, sodass es fraglich erscheint, ob die etwaigen Bestrebungen gleicher Richtung und mit Bezug auf den Siemens'schen Ofen sofort Erfolg haben werden.

Am ehesten dürfte sich die Construktion eignen, wie sie von Gruner für den Martinofen gegeben und in seinem „Examen du procédé Heaton", Paris 1869, S. 83—95, mitgetheilt worden ist; sie findet sich veröffentlicht in der „Berg- und hüttenm. Zeitung", 1869, S. 449. Der dort abgebildete Ofen fasst Chargen von 3 Tons, also 60 Ctr., und kann durch zweckmässige Austiefung des Herdes auch auf einen Gehalt von 100—120 Ctr. gebracht werden.

Bei der Anlage solcher Apparate ist es stets gerathen, die Erfahrungen der Erfinder zu benutzen, anstatt selbständig vorzugehen und zu experimentiren; die zu zahlenden Gebühren betragen meist weniger, als ein total verfehlter Versuch kostet.

§. 220. Um die theoretische Erwägung in Betreff der Wirkungsweise des Siemens'schen Ofens den Lesern dieses Buches zu ermöglichen, sind im Folgenden ganz kurz einige auszügliche Mittheilungen aus dem eingehendsten Werk über solche Oefen, der Monographie von Krans in Löwen, gemacht worden.*)

Eine Zeichnung wurde nicht beigefügt, da für den mit der Erbauung einer solchen Anlage ernstlich sich Beschäftigenden es unumgänglich ist, sich ausführliche Projektzeichnungen zu verschaffen, nachdem er mit Hilfe des Folgenden die näheren Umstände geprüft hat, die seinem Betrieb zu Grunde liegen.

Die Ofenanlage von Siemens besteht im Wesentlichen aus einem oder mehreren Generatoren, einer Gasleitung, einem Ventil- und Klappensystem und dem mit den Regeneratorenkammern verbundenen Ofen.

Der Generator ist in der Regel dem Feuerraum eines sehr grossen Flammofens ähnlich und ist oben eingewölbt. Die Rückwand und die beiden Seitenwände sind vertikal, während die Vorderwand eine stark nach aussen geneigte Fläche und in dieser Lage gewissermassen den oberen Theil des Rostes bildet. Der Rost selbst ist nicht gross, und der geneigte Theil desselben stösst auf einen kurzen Planrost, der hinreichend hoch über der Sohle des Terrains liegt, um der Luft ungehinderten Zuzug zu gewähren.

Die Neigung der Vorderwand ergiebt sich aus den Angaben von Krans (S. 4—5), der die Vertikalhöhe derselben auf ca. 2 Meter, den Horizontalabstand

*) „Étude sur le four à gaz et à chaleur régénerée", par F. Krans. Brüssel & Lüttich, Déc. 1869.

von der Rückwand des Generators aber auf 2,50, unten auf 0,80 Meter angiebt.

Man kann anstatt des einfach geneigten Rostes Treppenroste, Pultfeuerungen u. s. w. anwenden, je nach Natur und Stückgrösse des Brennstoffs, und folgt dabei den für die verschiedenen Feuerungs-Materialien erprobten Einrichtungen der Roste.

Die Aufgabe des Brennstoffs erfolgt durch Oeffnungen im Gewölbe, die mit Fülltrichtern versehen sind und geschlossen werden können; andere Oeffnungen dienen dazu, um mit Brechstangen und Spiessen die Brennstoffe auf dem Rost herunter zu stossen und zu vertheilen.

Eben solche Schüröffnungen sind zu gleichem Zweck in den Armaturen der Vorderwand ausgespart.

Die erwähnte Neigung der Vorderwand hängt selbstverständlich vom natürlichen Böschungswinkel des Brennstoffs ab und kann in jedem Fall durch Versuche bestimmt werden. Es ist nothwendig, dass die Neigung, d. h. der Winkel der Wandfläche mit der Horizontalen der Grösse des Böschungswinkels gleich oder proportional sei. Bei Brennstoffen, die zusammensintern, ändert sich der Winkel ebenfalls und muss etwas grösser werden, als der natürliche Böschungswinkel es ergiebt.

§. 221. Die Feuerung in dem so gestalteten Generator unterscheidet sich von der im gewöhnlichen Zugflammofen ausgeführten ausserordentlich, da beide Fälle nicht auf gleiche Ziele hinauslaufen.

Im Generator entwickelt man Gase, die später verbrennen sollen; im Feuerraum des Flammofens sollen sich wo möglich nur gasförmige und dampfförmige Verbrennungsprodukte bilden, die, an sich unverbrennlich, in glühendem Zustand den Ofen durchstreichen und erhitzen.

Während also die Luft mit einem Maximum von Geschwindigkeit unter den Rost des Flammofens und in Contakt mit der Kohle treten soll, ist dieses beim Generatorenbetrieb durchaus anders. Es ist eigentlich

nur weniger als die Hälfte der Luft nothwendig, um dasselbe Quantum derselben Kohle im Generator zu verbrennen, welche die Flammofenfeuerung absorbirt. Dieses Ideal wird nicht erreicht, denn es bilden sich ausser Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffen stets etwas Kohlensäure- und Wasserdämpfe in den Generatorgasen — doch wird dadurch die Direktion der Feuerung im Prinzip nicht verändert.

Während es also beim Flammofenfeuer auf stete Beschüttung des Rostes und energisches Schüren ankommt, muss bei den Generatoren der Luftzuzug ein schwacher und die Verbrennung eine mässige sein.

Man muss eher einen kalten Gang der Generatoren zu erhalten suchen, als einen heissen, um so mehr, wenn die Generatorgase ihres Reichthums an Theer u. s. w. wegen einen Condensator passiren und abgekühlt werden müssen. Die hierbei abgegebene Wärmemenge ist verloren und muss deshalb auf ein Minimum beschränkt werden, was nur durch kalten Gang und langsame Verbrennung möglich ist.

Wenn man erwägt, dass der Rost, d. h. die Vorderwand, fast 2 Meter breit ist und dass sich hieraus eine Fläche von wenigstens 2—4 Quadratmeter durchbrochenem Rost berechnen lässt, so wird man die Angabe von Krans, dass in 24 Stunden ca. 1300 bis 1800 Kilo auf solchem Rost vergast werden, sehr gering finden im Vergleich zu dem Kohlenverbrauch von 3675 Pfd. oder 1837,5 Kilo bei 5 Stunden energischer Flammofenfeuerung in dem früheren Beispiel.

Darin liegt ein Unterschied, der von vornherein nicht zu Gunsten des letztgenannten Betriebs spricht, wenn man annimmt, dass ein so beschickter Generator im Stande ist, einen Gussflammofen 24 Stunden lang wirksam zu betreiben.

Von weiterem Interesse ist die Notiz von Krans, dass die aufgegebene Kohle, je nach den Umständen, 36 bis 60 Stunden bis zur vollkommenen Verbrennung braucht.

Die Reinigung des Rostes findet alle 24 Stunden statt und kann man die durchfallenden und ausgehaltenen Cinder nochmals aufgeben.

Hinderlich wirkt beim Generatorenbetrieb ein bedeutender Aschegehalt, der Zeit gewinnt, sich zu sinternden Massen zusammen und auf dem Rost festzusetzen. Deshalb ist bei Steinkohlen das Waschen derselben dringend anzurathen; für andere aschenreiche Brennstoffe kann man sich durch eine Rost- oder Feuerungsconstruktion helfen.

§. 222. Was die Anzahl der Gasgeneratoren anbetrifft, so müssen deren mehr vorhanden sein, als genau genommen erforderlich ist, um stets genug Gas zu haben. Namentlich ist dies nothwendig, wenn man mit den Brennstoffen wechseln und beispielsweise von einem schweren zu einem leichten übergehen will; dann bedarf man einer um so grösseren Anzahl, als Gase erforderlich sind, und braucht die vorhandenen nicht zu übertreiben; ein Ausweg, der stets verderblich für den Effekt der Brennstoffe wirkt.

Die Generatoren sind nebeneinander in einer Reihe aufzustellen, so dass ihre Produkte in dasselbe Kühlungsrohr geführt werden; sie lassen sich dann eher beaufsichtigen und man gewinnt eine grössere Einheit und Concentration des Betriebes, sowie der Neben- und Reparaturarbeiten. Gewöhnlich bedient man sich innerhalb der Generatoren nicht der Gebläse, d. h. der Zuführung gepressten Windes; man kann dies als Vorzug der Siemens'schen Apparate ansehen, und ebenso betonen die Erfinder auch die Abwesenheit eigentlicher Schornsteine. Doch entsteht dadurch, dass nicht einmal der geringe Druck, den die Gase im Apparat ausüben, auch der Luft von vornherein ertheilt wird, eine Unregelmässigkeit, die sich leicht berechnen lässt.

Das Gas steigt aus dem Generator in einem gemauerten Kanal von 0,50—0,80 Meter Seite in die Höhe, und man nimmt an, dass mindestens 4,25 Meter Höhe diesem Kanal zu geben sind; damit ist bereits ein geringer Zugwerth innerhalb der Rostfeuerung hergestellt, der also dem Minimum von Geschwindigkeit entsprechen müsste, welches Schinz für die aus-

schliessliche Verwandlung des Kohlenstoffs in Kohlenoxyd ermittelt hatte.

Aus dem Kanal geht das Gas in das Abkühlungsrohr oder den Condensator, welcher mindestens 6 Quadratmeter Fläche auf je einen Herd à 1500 Kilo Kohlen pro 24 Stunden darbieten muss.

Sind mehrere Generatoren nebeneinander oder werden dergleichen nach und nach zugebaut, so begreift man, dass die Verlängerung des cooling-tub über den letzten Generator hinaus hinreichend sein muss, um den Gasen desselben Gelegenheit zur Abkühlung zu geben.

Besser ist es nach Krans, wenn die Gase der verschiedenen Generatoren sich in einem wagrechten Abzug vereinen und von da aus durch eine gemeinschaftliche vertikale Leitung dem Kühlungsrohr zugeführt werden. Man kann jeden einzelnen Generator alsdann abschliessen, ohne den Betrieb der übrigen zu stören und die Rolle des cooling-tub in Bezug auf die einzelnen Apparate vertheilt sich auch besser.

Aus dem abkühlenden Horizontalrohr steigen die Gase wieder durch eine vertikale, meist von Blech gemachte Leitung herunter und gehen von da an nach dem Ofen durch einen 0,70 × 1,00 Meter grossen Kanal von fast beliebiger Länge. Da, wo der herabsteigende Arm sich an diesen Kanal anschliesst, befindet sich ein Reservoir zur Ansammlung des Theeres, wo sich der letztere zum grössten Theil concentrirt. An manchen Orten stellt man an beiden Enden des cooling-tub kleine verschliessbare Essen über den vertikalen Leitungsstücken auf, welche beim Abflammen des Russes und Theeres dem Rauch und der Flamme Abzug geben.

§. 223. Vor dem Eintreten in die Regeneratoren begegnen die Gase dem Eingangsventil, welches die Verbindung zwischen Generator und Ofenanlage überhaupt regelt, und gelangen dann an die Vertheilungsklappen, welche den Gasstrom einmal nach der, das andere Mal nach jener Regeneratorenkammer senden.

Für Construktion und Bauart dieser Ventile und Klappen giebt es noch wenig Erfahrungssätze; ihr Spiel ist um so genauer, je weniger heiss die durchstreichenden Gase sind. Man muss deshalb darauf sehen, dass

1) die Gase in dem cooling-tub fast kalt werden;
2) die aus dem Ofen kommenden, die Regeneratoren erhitzt habenden Verbrennungsprodukte ebenfalls alle disponible Wärme abgeben.

Beides ist nicht ganz leicht zu erreichen, insofern, als der Erfolg eines dahin gerichteten Strebens ausserordentlich vom jedesmaligen Gang des Apparats abhängt, den letzteren in construktiver Beziehung fast vollkommen gedacht. Es kommen aber beim Bau solcher Apparate anfänglich stets Fehler vor, die auf den Einzelfall stark einwirken und nicht immer rasch und richtig gewürdigt werden.

Die atmosphärische Luft tritt durch ganz ähnliche Abschlussconstruktionen in die Regeneratoren ein und mischt sich nach ihrer Erhitzung mit den Verbrennungsgasen. Durch die Erhitzung wird eine bedeutende Spannung erzeugt, welcher der Ofenraum seiner Grösse nach eigentlich entsprechen müsste, wenn nicht zu viel Hitze unbenutzt entweichen soll, die man auch in den Regeneratoren nur schwer ablagern und auffangen kann.

Die Regeneratoren sind weiter nichts als Kanäle mit vervielfältigten Oberflächen, welche sowohl den Gas- als auch den Luftstrom in möglichst viele und möglichst dünne Strahlen theilen und so die rapide Erhitzung derselben ermöglichen. Die Oberflächenvermehrung geschieht durch Vollbauen der hohen und schmalen, aber tiefen Kammern mit locker versetzten Steinlagen, sodass von aussen her eine etwa nothwendig werdende Reinigung der einzelnen Züge möglich wird, ohne zu viel von dem umgebenden Mauerwerk der Kammer zu zerstören.

Was nun das Verhältniss der Oberflächen in den Regeneratoren zur Grösse des Apparats anbetrifft, so giebt Siemens an, dass 1 Pfd. Stein-

kohle pro Stunde verbrannt 6 englische Quadratfuss erfordere — also für 1000 Kilo pro 24 Stunden im Ganzen 51 oder pro Abtheilung 25,5 Quadratmeter, wie Krans ausrechnet.

Diese grosse Oberfläche kann man mit mehr oder weniger Substanz herstellen, je nachdem man stärkere oder schwächere Steine nimmt; es giebt aber auch hier eine gewisse Grenze, die man nicht überschreiten darf aus mehrfachen Gründen.

Einmal sind schwache oder durchbrochene Steine wenig haltbar, dann gehört zur Aufnahme einer bestimmten Wärmemenge stets eine bestimmte Masse, und zwar, nach den Ermittelungen von Krans, stets 3—4 mal so viel, als eine calorische Rechnung unter Zugrundelegung der Coefficienten für spezifische Wärme ergiebt.

Der Grund dafür ist die ungleiche Wärmeabgabe im Regenerator, in deren Folge es nothwendig ist, einen Ueberschuss an Steinfüllung zu haben. Siemens giebt $3^1/_2$ Kubikmeter Rauminhalt für alle 4 Kammern an pro 1000 in 24 Stunden verbrannte Kilogramm Steinkohlen. — Daraus ergeben sich 1,75 Kub.-Met. Steinmasse (halb leer, halb voll angenommen), welche à 1800 Kilo den Kubikmeter = 3150 Kilo wiegen, also pro Abtheilung 788 Kilo.

§. 224. Die Disposition der Steine in den Regeneratoren ist Sache der Erfahrung; Grundsatz ist natürlich, durch die Lage derselben die Gase zu zwingen, sich in den sämmtlichen Kanälen der Regeneratoren zu verbreiten und keinen unpassirt zu lassen. Wie dies erreicht werden kann, ergiebt einzig und allein die praktische Ausführung und die Beobachtung der Regeneratoren.

Das Material der Steine ist weiterhin der Gegenstand sorgfältigster Erwägung, und in der Beschaffung eines solchen von gediegener Qualität liegt ein weiterer Schwerpunkt der Einrichtung und des Betriebes von Regenerativöfen. Für manche metallurgische Prozesse, z. B. für die Stahlschmelzerei nach dem Martin'schen Verfahren, ist es, bei der geringsten

Uebertreibung des Betriebes und bei irgend zu engen Regeneratoren, sehr schwer, die Steine der letzteren vor dem Schmelzen zu hüten.

Man wird also jedenfalls gut thun, das nothwendige Verhältniss zwischen Masse und Oberfläche vorab in seinen Grenzwerthen festzustellen, und nicht für einen Brennstoff allein, sondern für mehrere derselben, deren Zusammensetzung bekannt.

Was die Führung der Verbrennung anbetrifft, so lässt sich leider nur wenig noch darüber sagen. Durch vorgängiges Mischen der Gas- und Luftströme vor dem Ofenfuchse oder durch Convergiren ihrer Ausgänge in den Ofen kann man unmittelbar nach dem Eintritt eine sehr intensive Hitze hervorbringen oder dieselbe auf einen Punkt dirigiren. Dadurch, dass man die Ströme unvermischt, parallel oder etwas divergirend einleitet, dehnt man das Bereich der Verbrennung aus und unterstützt dieses Bestreben noch durch ein überwiegendes Verhältniss des eintretenden Gases zur Luftmasse.

Auch kann man beide übereinander, nicht nebeneinander einführen, und lässt dann das leichtere Gas unter der Luft einströmen und diese allmälig durchdringen.

Wie die Gase aus den Regeneratoren in die Oefen gelangen, so treten sie auch den umgekehrten Weg an und gehen durch die Vertheilungsklappen nach dem Ausgangskanal, der in die Esse führt. Sie dürfen nie mehr als 200° heiss sein, wenn sie den Regenerativofen verlassen, schwanken aber in der Höhe dieser Temperatur dennoch so, dass es erforderlich ist, den Essenquerschnitt durch einen Schieber veränderlich zu machen.

Der Esse selbst giebt man hinreichende Weite für den Vollbetrieb und, um das Anbrennen zu erleichtern, eine Hilfsfeuerung an dem Fusse derselben, da sonst das Ziehen erst langsam eintritt; für gewöhnliche Verhältnisse hat die Esse 0,7—1 Meter Weite und 10—20 Meter Höhe, während man beim Betrieb

selbst 2—3 Quadratmeter Zugöffnung pro Tonne Kohlen (in 24 Stunden) verbrannt rechnet.

§. 225. Die vorstehenden Notizen zeigen zur Genüge, dass der Siemens'sche Regenerativofen ein sehr elastischer, sehr leistungsfähiger, aber auch ein sehr theurer und sehr empfindlicher Apparat ist.

In Verbindung mit Hülfsvorrichtungen verschiedener Art, z. B. Condensatoren — Gebläsen am Generator — oder Essen — lässt er sich für alle Brennstoffe anwenden und zu Zwecken benutzen, die man bisher nur mit den energischsten Brennmaterialien erreichen konnte. Mit letzteren ausschliesslich betrieben, ermöglicht er Leistungen wie das Stahlschmelzen, welche entweder nur in kleinstem Maassstab oder unter grosser Mühe und Unsicherheit des Gelingens für ausführbar galten.

Trotzdem konnte man seiner allgemeinen Einführung erst dann das Wort reden, als Erfahrungen über seinen Betrieb in ausreichender Menge und Gediegenheit vorhanden waren; jetzt ist der Siemens'sche Ofen aus dem Stadium der Experimente (durchschnittlich gesprochen), aber der Giessereibetrieb, das Aschenbrödel der Eisenindustrie, kann die Nothwendigkeit seiner Einführung noch nicht sicher begründen.

Vielmehr bleibt, und dieses sei das Schlusswort des umfangreichen Kapitels vom Betrieb der Oefen — der Schachtofen — mit reichlicher Windzuführung und mit guten Cokes betrieben, der empfehlenswertheste Apparat für den Giessereitechniker.

So viele Beispiele wir anführten, fast so viel Schritte machte die Entwickelung dieses Apparates von der ältesten Façon an bis zu den Rasch-Schmelzern von Ireland und Krigar, die den Kohlenverbrauch auf 5—7 Pfd. vermindert haben.

Ob der Betrieb mit Ventilatoren und Kapselrädern, ob der mit dem Dampfstrahl: ob also Ireland, Krigar und Mackenzie, oder ob Woodward siegen werden, bleibt den Erfahrungen der nächsten Jahre überlassen.

Die Nothwendigkeit der steten Reform glaubt dem Leser der Verfasser durch die Gegenüberstellung von Thatsachen und Ziel, von praktischem Durchschnitt und theoretischem Resultat dargelegt und bewiesen zu haben.

Abtheilung b. *Die Darstellung der Modelle und Armaturen zur Förmerei.*

§. 226. Die Modellanfertigung in erster Linie, die der Armaturen in zweiter, bilden die hauptsächlichen Arbeiten zur Vorbereitung der eigentlichen Förmerei und dem Guss aller Gegenstände.

Bei jeder Bestellung oder Aufgabe eines anzufertigenden Gussobjektes ist die erste Frage nach dem Modell, die nächste nach dem Formkasten mit Zubehör resp. dem Armaturtheil der Form.

Die Modellanfertigung ist aber ungleich wichtiger als die Darstellung der Armaturen, denn die Anforderungen an letztere bewegen sich in weiteren Grenzen, während an jene ganz besondere Ansprüche gemacht werden müssen.

Bereits im I. Band wurde bei der Aufzählung der Geräthe eine übersichtliche Zusammenstellung der hierhergehörenden Objekte gegeben, an die das folgende Detail sich wesentlich anschliesst. In diesem Band wird es dann auch möglich sein, Abbildungen der wesentlichsten Hilfsmittel beim Entwerfen und Ausführen der zu beschreibenden Geräthe, sowie diese selbst zu geben, wobei auf bewährte Einrichtungen vorzugsweise Rücksicht genommen werden soll.

Eine eigenthümliche Gruppe von Vorrichtungen schliesst sich an die getrennte Betrachtung der Modelle und Armaturen an, nämlich die Formmaschinen, welche in der Regel beide vereinen und für gewisse Artikel von Wichtigkeit sind und noch mehr werden, sobald die Theilung der Arbeit weiter ausgebildet ist und jede Fabrik ihre Spezialität besitzen wird.

Die Abtheilung b) theilt sich demnach in 2 Haupttheile und einen Anhang und umfasst
1) die Modellanfertigung,
2) die Anordnung und Darstellung der Armaturen, sowie als Anhang: Construktion der Formmaschinen.

1) Die Anfertigung der Modelle.

§. 227. Die Anfertigung der Modelle beruht in erster Linie auf der Wahl des Materials und auf dessen Eigenschaften; in zweiter Linie erst auf der Gestalt der verlangten Gussstücke und den betreffenden Formmethoden für dieselben.

Sehr häufig werden mehrere Modelle für denselben Gegenstand nothwendig oder besser gesagt, die Anfertigung der Modelle zerfällt in mehrere Stadien, deren jedes aber ein mehr oder wenig vollendetes Bild des Gegenstandes liefert. Der Grund dieser eigenthümlichen Wiederholung einer und derselben Arbeit liegt in der Divergenz, die sich zwischen den materiellen Anforderungen an das fertige Modell und zwischen den Eigenschaften zeigt, welche von dem Material für die erste und anfänglichste Ausbildung der Modellgestalt nach Idee oder Zeichnung verlangt werden.

Während man z. B. für die Modelle zu wiederholten Abgüssen eine gewisse Widerstandsfähigkeit, also ein hartes und festes Material verlangt, ist zur ersten Ausarbeitung eines Modelles ein weicheres bildsames Material nothwendig; beide Gruppen von Eigenschaften sind nur bis zu einem bestimmten Grade in einer Substanz zu finden. Man kann deshalb in den meisten Fällen nur eine der beiden Anforderungen hauptsächlich berücksichtigen und muss die andere dann etwas zurücktreten lassen.

Die Modellarbeit zerfällt demnach in die Darstellung der Entwürfe und der Grund- oder Hauptmodelle und in die Arbeit der einfachen Copie dieser Modelle behufs Darstellung der eigentlichen Formmodelle. Die Frage des Materials tritt hier

nicht als Klassifikationsgrundsatz auf: wogegen bei der **Beschreibung der Modelle als Geräthschaften** eine Sonderung nach dem verschiedenartigen Material wohl zulässig erscheint.

Besondere Beachtung verdienen noch die Arbeiten der Zeichner und Modelleure, sowie der Ciseleure für Modellarbeiten, sodass sich folgende Unterabschnitte sondern lassen:

aa) Entwerfen und Zeichnen der Modelle im Allgemeinen;
bb) Vom Schwindmaass;
cc) Modelliren in weichem Material;
dd) Modelltischlerei;
ee) Giessen und Treiben der Metall-Hauptmodelle und Vollendung derselben;
ff) Darstellung der Formmodelle.

aa) Entwerfen und Zeichnen der Modelle im Allgemeinen.

§. 228. Wenn es sich darum handelt, eine gedachte Form zur Anschauung zu bringen, so dass man sich ihrer hauptsächlichen Verhältnisse klar werden kann, so ist dieses durch eine günstig aufgefasste Zeichnung abgethan.

Soll aber die Zeichnung so geartet sein, dass ein einfacher Handwerker oder ein gewissenhaft copirender Modelleur danach arbeiten und sich über jede einzelne Abmessung orientiren kann, so ist es nothwendig, das Bild des Gegenstandes, auf verschiedenen Ebenen projicirt, zu geben und diese Projektionen und Durchschnitte so zu legen, dass alle Hauptprofile des Körpers zur deutlichen Nachbildung kommen.

Bei der Modellanfertigung kommt es noch besonders darauf an, dass schon die Zeichnung alle in der Art der Herstellung begründeten Angaben enthalte, welche die Ansprüche des Förmers an das Modell kundgeben.

Die Profile der Modellzeichnung sollen möglichst mit den Theilungsebenen am Modell zusammenfallen; aus der Zeichnung sollen alle durch die För-

merei nothwendig werdenden Verjüngungen, alle abzulösenden Theile, die Kernmarken u. s. w. ersichtlich sein. Eine Modellzeichnung muss demnach mehr enthalten als das einfache, wenn auch noch so getreue Bild des Gegenstandes und deshalb muss der mit dem Umzeichnen betraute Meister oder Beamte die Förmerei selbst genau kennen.

Bei der Darstellung von nicht künstlerischen Formen, Maschinentheilen u. s. w. kommt es wesentlich auf genaue Uebertragung der Abmessungen und Verhältnisse einer gegebenen Construktionszeichnung in das Schwindmaass des Gusseisens an. Diese Uebertragung wird in den meisten Fällen in voller Naturgrösse durch Aufreissen auf grossen Reissbrettern bewirkt; der Modellmacher, arbeitet er nun in Holz oder in anderem Material, kann dann direkt auf dem Riss die Maasse mit dem Zirkel abnehmen. Er kann sogar, wo die Theilung des Modells es gestattet, die Hälften oder einzelne Theile auf den Riss legen und die Uebereinstimmung aller Profile nachweisen; ein Irrthum seinerseits ist unmöglich gemacht.

Bei künstlerischen Formen zerfällt das Anfertigen der Modellzeichnungen in zwei Theile — von denen der Entwurf der Grundformen und eines Verzierungselements durch einen Künstler, der Rest aber oft von einer untergeordneten Kraft besorgt wird.

§. 229. Bei einer rein künstlerischen Form treten die technischen Ansprüche an die Gestaltung des Modells umsomehr zurück, als der Zweck, dem das Modell dienen soll, künstlerische Gestaltung verlangt.

Bei Aufgaben monumentaler oder statuarischer Natur, die eine Kunstschöpfung wiedergeben sollen, kommt es naturgemäss darauf an, das Kunstwerk in allen Details wiederzugeben, und da tritt die Technik nur als dienstfertige Gehilfin auf.

Der Künstler liefert das fertige Formmodell und der Giesser hat es abzuformen; wie gross auch die Mühe, der Zeitaufwand, die Kostensummen seien, es tritt jedes Bedenken der Art zurück vor der Anforderung an ein Kunstwerk ersten Ranges.

Bei Aufgaben architektonischer Natur oder bei blos dekorativen Arbeiten in Eisenguss, die sich wiederholen können, wird es zur Pflicht der Eisengiessereien, sobald sie sich mit dergleichen Dingen viel befassen, die künstlerische Idee dem Material und auch dem Zweck anzupassen. Dazu bedarf es einer Kenntniss von den Eigenschaften des Gusseisens, die bei Künstlern nicht vorauszusetzen und bei Baumeistern nur in geringem Grad vorhanden ist; nächstdem kann hierbei gleichzeitig die möglichste Rücksicht auf die Fabrikationsmethode und die Förmerei selbst genommen werden.

Ein solches Vorgehen ist wiederum nur möglich, wenn die mit dem betreffenden Werk arbeitenden Architekten sich geneigt zeigen, ihre künstlerischen Ideen in der angedeuteten Weise verarbeiten zu lassen und das Hüttenwerk nicht nur als einfach mechanisch ausführende Werkstätte betrachten. Leider ist aber die letzte Anschauung die maassgebende, besonders in den Staaten, wo die Baumeister ein Staatsexamen gemacht haben, und wo das Bestehen des letzteren dem Candidaten die feste Ueberzeugung beibringt, er sei nunmehr allen technischen Fragen gewachsen. Solche Herren können allerdings nicht einsehen, dass die Bauformen der alten Griechen in der genauen Kenntniss des Materials ihre tiefste Begründung haben und dass man, um in einem anderen Material zu arbeiten, auch dieses Material kennen lernen müsse, ehe man eine Bauform darauf übertragen könne. Daher entspringt die vielfach so verderbliche Liebe für den Verputz, Cement und Gyps und die Ungeschicklichkeit in der Verwendung von Metallen und Backsteinen.

§. 230. Wenn der Besteller oder der damit beauftragte Künstler, resp. Architekt einen Entwurf zu einem in Eisen zu giessenden Gegenstand eingesandt hat und wenn für die Modellirung desselben keine weiteren Rücksichten auf die genaueste künstlerische Nachbildung genommen zu werden brauchen, sondern, wenn nur der Effekt des Abgusses dem Entwurf zu entsprechen hat — so lässt sich mittelst Um-

sicht und Interesse die Einhaltung der Gestalt mit der technischen Brauchbarkeit ganz gut vereinen.

Beispiele erläutern dies am besten.

Eine mit Verzierungen bedeckte Ofenplatte oder jede andere Fläche, zu der eine Ansicht geliefert wurde, muss so modellirt werden, dass sie, von vorn gesehen, einen genügenden Effekt macht, ohne dass die Verzierung stärker hervortritt als das Blatt der Ofenplatte ist. Sind also die Elemente der Verzierung breite Blätter oder Ranken, so dürfen sie nur ganz wenig über der Oberfläche des Plattenblattes hervorsehen — und machen deshalb weniger Effekt als Ornamente, die in dem Umfang schlank und zart entworfen sind. Ein besonderes Geschick im Componiren solcher Verzierungen besitzen die Zeichner und Modelleure in Lauchhammer; die reichen Sortimente von Oefen aller Art und Kaminen werden stets vervollständigt und erhalten die Kräfte jenes Werks in fortwährender Uebung. Es haben sich daselbst förmliche Stylarten der Ornamentik für die Dekoration von dergl. Flächen ausgebildet, die mit der späteren Bearbeitung der Gegenstände durch Schliff und Färbung in Verbindung stehen.

Der Verfasser hat in seinen Referaten über den Giessereibetrieb auf der Chemnitzer und der Wittenberger Ausstellung die Dekorationsgrundsätze zu ermitteln gesucht, welche die Lauchhammer'schen Ofengüsse in der Gesammtheit darbieten.

Es lassen sich folgende Flächenverzierungen unterscheiden:

a) Nielloartige Vertiefungen auf der ganz ebenen Fläche, die mit Gold ausgelegt werden und sich gegen die blankgeschliffene Fläche in ihrer Metallfarbe oder in schwarzem Ueberzuge scharf abzeichnen. Hier sind natürlich nur Linien- und einfachste Umrissarabesken anzuwenden, welche durch Eleganz der Zeichnung und Reinheit der Umrisse wirken müssen.

b) Arabeskendurchschnitte auf mattem Grund, gewissermaassen das Umgekehrte von *a*);

sie werden ebenfalls in reinen charakteristischen Umrissen entworfen, sind aber weit kräftiger als die eben erwähnten Nielloverzierungen und stellen eigentlich Abbilder durchbrochner Gitter dar, deren Durchbrechungen durch eine schwache Wand gefüllt sind.

Sie werden bei Kaminfeldern angewandt und lassen sich sehr leicht putzen und blank erhalten, so dass der Effekt sehr dauerhaft ist.

c) Reliefs auf Platten, deren Mittelfeld eingesenkt erscheint; dadurch erhält die Platte einen Rahmen und dieser ist gewöhnlich höher als die leichten Reliefs des Mittelfeldes. Er kann in Folge dessen abgeschliffen werden, ohne die letzteren zu lädiren, und es lassen sich aus solchen Platten die prachtvollsten Oefen zusammensetzen.

Um den Effekt zu steigern kann man, namentlich wenn der Ofen glänzend abgerieben werden oder auf anderem Weg lebendiger aussehen soll, das eingesenkte Mittelfeld mit einem Liniennetz überziehen, den guillochirten Zeichnungen auf Silber- und Goldwaaren ähnlich, welche die Tiefe des Grundes steigern und das Relief hervorheben.

§. 231. Eine verzierte Platte, durchbrochen, muss ganz anders behandelt werden, als eine volle mit Verzierungen bedeckte Platte, obwohl viele Giessereien die beiden Aufgaben für ganz gleiche ansahen und in Folge dessen in beiden Fällen viel zu schwere und plumpe Güsse lieferten.

Hier unterscheidet zum Theil der nächste Zweck die dekorative Behandlung; man kann eine solche durchbohrte Platte anwenden, um einen ungefällig aussehenden Raum formell, nicht wirklich abzuschliessen, so dass ein Durchgang von Luft und Licht stattfinden kann.

Man benutzt deshalb solche durchbrochene Platten sehr stark, verziert sie aber nur, wo sie unverziert stören würden; allerdings kommen auch Fälle vor, wo man sie verziert, um eben zu verzieren.

Jede Nische in einem Etagenofen z. B. oder in einem schrankartig sich aufbauenden Füllofen wirkt störend und muss deshalb verdeckt werden. Ist nun der ganze Ofen verziert, so wird man den besagten Raum durch eine ebenfalls und in gleichem Muster verzierte Thür verschliessen und diese Thür durchbrochen halten, um sie erstens leichter zu machen und um die Luft zu einer Cirkulation zu veranlassen, welche die Wärme des Ofens leichter umsetzen hilft.

In gleicher Weise verschliesst man Hausräume, z. B. Geräthekeller, Brennstoffkeller, Bodenräume, die man ventiliren will, mit mehr oder weniger grossen Platten, welche allerdings unverziert dieselben Dienste leisten, in Verbindung mit einer reich decorirten Hausfaçade aber passend verziert werden können. Besonders werden Oeffnungen von Kellerräumen, Abflusscisternen unter den Einfahrten der Häuser durch verzierte Gitterplatten verschlossen, die stark genug sein müssen, dem darüber rollenden Fuhrwerk zu widerstehen. Ebenso giebt man vor die tief einschneidenden Fenster der leidigen Kellerwohnungen grosser Städte solche Platten, als Vervollständigungen des Trottoirs und durchbricht auch die Aufgänge in die Geschäftslokale, die sich vor solchen Fenstern finden.

Während nun die Ofen- resp. Kaminthüren, sowie die nachher berührten Verschlussgitterplatten, hauptsächlich des Licht- und Luftdurchlasses wegen, durchbrochen construirt werden, greift man zu derselben Vertheilung der Metallmasse auch bei Gegenständen, wo hauptsächlich die Leichtigkeit in Betracht kommt, und macht ganze Treppenanlagen, Fussböden von vollständigen Etagen in Maschinen- und Fabrikräumen aus durchbrochenen Platten, die aber nicht immer verziert werden.

Diese Aufgaben gehören in das Gebiet des Baugusses, dem noch spezielle Besprechung gewidmet werden soll, und gehorchen ausser der möglichst geschickten Ornamentirung und Substanzvertheilung noch ganz bestimmten statischen Anforderungen.

§. 232. Die Ornamente einer durchbrochnen Platte müssen, wie schon gesagt, dem Styl des Gesammtgegenstandes entsprechen — können aber nur etwas kräftiger im der Dicke, nicht in Breite und Höhe, gehalten sein; man muss sich hierbei die Verzierungen auf den vollen Flächen um die Dicke der Unterlage verstärkt denken, wenn Vollflächen und durchbrochene Flächen gleich in Form und Grösse sind. Ist letzteres nicht der Fall, so kann man das Ornament in einzelnen Haupttheilen verstärken und der Form wie der Ausdehnung der durchbrochenen Platte anpassen.

Wirkliche Reliefornamente wird man nur solchen Gegenständen geben, die nicht oder nur mittelst Handgriffe berührt werden — also den vertikalen Füllungen aller Art, den Futterstufen der Treppen, den Wangen derselben und ihren Consolen geben. Den durchbrochenen Auftrittplatten — seien sie nun über Kellern, Cisternen, vor Fenstern und Ladenthüren, an Treppen und ganzen Fussböden angeordnet — wird man vernünftiger Weise nur ein durch die Contour wirksames einfaches Muster, mit glatter höchstens vertieft gerippter oder in einer Ebene modellirten Oberfläche geben, da ein verschieden hohes Relief dem Zweck des sicheren Auftrittes nicht einmal entsprechen würde.

Auf Taf. VI, Fig. 1 u. 2 sind dergleichen Platten zum Kanalüberdecken, nach dem Musterbuch von Blansko wiedergegeben, während Fig. 3 das Muster der Auftritte einer von der Eisengiesserei bei Gleiwitz gelieferten gothischen Wendeltreppe zeigt. An letzterer ist rechts die nicht durchbrochene obere Austrittplatte mit drei Feldern von den unter dieselbe hinunterführenden Stufen wohl zu unterscheiden.

Ebenso verfährt man, um noch ein Beispiel anzuführen, mit Gartentischplatten, die vorwiegend glatte d. h. ebene Ornamente haben müssen, wenn der Tisch gebraucht werden soll.

Bei dem Entwurf von durchbrochenen Platten tritt die Nothwendigkeit auf, die

Masse in den Verzierungen derart zu vertheilen, dass nachtheilige Spannungen vermieden werden. Dieses ist nicht ganz einfach, wenn man den künstlerischen Entwurf möglichst wenig beeinträchtigen will. Wenn in einem Rankenwerk Rosetten oder Knospen in Verbindung mit dünnen Stengeln vorkommen, wenn bei gradlinigen Mustern Kreuzungen von Stäben ungleicher Stärke vorhanden sind, namentlich aber, wenn eine leichte Verzierung in einem substanziell starken Rahmen enthalten ist. Der letzte Fall kann bei Futterstufen von Treppen, Fenstergittern, kleinen Trägern u. s. w. eintreten und der vorletzte bei Belagplatten zu durchbrochenen Fussböden.

Ausser diesen Spannungen, welche in der Ebene des Stückes wirken und diese selbst nicht alteriren, wohl aber die Verzierung leicht zerstören, treten noch Spannungen auf, die das Ganze krumm ziehen und diese kommen besonders bei stärkeren Reliefs vor, wo die beim Guss nach oben liegende Seite des Gussstücks glatt, die unten zugekehrte dagegen ornamentirt ist. Da jedes Gussstück, welches ganz im Unterkasten liegt und vom Oberkasten geradlinig begrenzt wird, oben rascher abkühlt als unten — namentlich wenn der Oberkasten schärfer gestampft ist — verzieht es sich beim Kaltwerden in der Art, dass die Unterfläche concav, die Oberseite convex wird. Man kann diese unangenehme Erscheinung nur vermeiden, indem man auf der Rückseite Rippen angiesst, die sich dem Werfen und Verkrümmen widersetzen.

§. 233. Ein anderes Beispiel von Wichtigkeit ist die Verzeichnung und Construktion von Gittern aller Art, woran sich auch Fenster und Thüren schliessen.

Zweck der hier zusammengefassten Construktionen ist zunächst Abgrenzung eines Raumes mit vollkommener Licht- und Luftcirkulation, aber in verschiedener Anordnung.

Oft ist der Raum bereits theilweise eingeschlossen

und das Gitter hat nur den Verschluss zu ergänzen, resp. einen beweglichen Theil desselben zu bilden.

Fenster und Thüren in Gebäuden oder Mauerfluchten gehören hierher; sie sind mit Angeln und Bändern, sowie mit Wirbeln und Schlössern versehen. Oft müssen sie zur Aufnahme von Glasscheiben eingerichtet sein und demgemäss construirt werden — worüber das Nähere beim Fensterguss im speziellen Theil dieses Abschnittes nachzulesen ist.

Hier treten besonders nachtheilig alle Spannungen hervor, welche aus ungleicher Massenvertheilung entspringen; man muss die Differenz im Querschnitt des Rahmens und der Sprossen auf ein Minimum zurückführen und durch Zunahme der Sprossen in der Stärke und Abnahme in der Breite die vom Architekten geforderte Leichtigkeit des Fensters mit einer gewissen Solidität vereinen. Tortzdem ist die gegenseitige Stellung, d. h. die Richtung der Sprossen auf einander, stets die Veranlassung zu Spannungen, welche im besten Fall einander aufheben, im schlimmern Fall ein Krummwerden einzelner Sprossen und ein Zerbrechen oder Zerreissen zur Folge haben.

Durch geschickte Anordnung der Sprossen innerhalb des Rahmens, indem man die blos rechtwinklige Stellung derselben durch schräggestellte oder gebogene Stäbe unterbricht, welche in diesem Fall keine Veränderung der Scheibenform nach sich zu ziehen brauchen, sondern über dieselben flach hinweglaufen — lassen sich alle Schwierigkeiten des Fenstergusses auf ein geringes Maass reduciren.

Wenn es sich um grosse Constructionen handelt, so greift man der construktiven Ausführung noch durch rein technische Mittel, z. B. der Anwendung besonders qualificirten Giessmaterials, unter die Arme.

So gelang der Borsig'chen Eisengiesserei zu Berlin die Herstellung von grossen Treibhausfenstern und Wandflächen nur durch Zusätze schwedischen Eisens.

§. 234. Eigentliche Gitter zu Umwährungen und Einfriedigungen sind diesen Uebelständen nur nach

einer Richtung unterworfen; sie bestehen aus Vertikalstäben oder -verzierungen, welche unten und oben durch wagrechte Leisten verbunden sind oder in dem Aneinanderstossen der Verzierungen Verbindung erhalten.

Wenn man die Stäbe gleichstark hält, seien sie nun horizontal oder vertikal, so wird man selten Verziehungen vorfinden; sobald man aber die durch Anordnung von Doppelleisten entstehenden Geviertfelder am Fuss und Kopfe der Gitter mit schweren Rosetten oder anderen Ornamenten füllt, wirken die beiden Verbindungsstäbe sowohl oben als unten wie ein massives Glied und ziehen die Vertikalstäbe krumm. Ein Gitter dieser Art ist das auf beifolgender Taf. VI., Fig. 4 abgebildete gothische Grabgitter aus Gleiwitz, bei dem noch eine einseitige Reliefausbildung mithilft, die Ungunst der Massenvertheilung zu steigern. Die Ornamentirung ist nämlich einseitig und die Stabquerschnitte infolge dessen unregelmässig; diese Unregelmässigkeit theilt jeden Stab in der Lage des Gusses in zwei Schichten, eine schwächere untere und eine stärkere obere, die sich verschieden abkühlen müssen. Die verzierte Seite solcher Gitter erscheint deshalb leicht convex und die Verzierungen springen leicht aus.

Das Gegentheil dieser unvortheilhaften Anordnung ist das Taf. VI., Fig. 5 skizzirte, aus antiken Ornamentmotiven componirte Gitter, von demselben Werke, das nur eine Fussleiste und eine Mittelleiste an der stärksten Stelle der Vertikalstäbe besitzt.

Ganz ungünstig in der Form erweisen sich die Balkongitter Taf. VI., Fig. 6 u. 7, ebenfalls von der Gleiwitzer Eisengiesserei, obwohl sie keinen unangenehmen Effekt machen; es ist aber sehr schwer, bei einigermaassen gewöhnlichem Eisen die Gussstücke gesund durch alle Stadien der Bearbeitung und der Zusammensetzung bis zur Aufstellung an Ort und Stelle zu bringen. Bei Fig. 6 tritt wieder das Halbrelief störend hinzu, während bei dem Vollreliefgitter Fig. 7 die Verbindung schwacher Randstäbe in mehrfacher

Kreuzung mit dicken Rosetten als eine durchaus unglückliche angesehen werden muss.

§. 235. Einige glücklichere Compositionen in Betreff der Eisenvertheilung und der Liniencombination bieten die übrigen Figuren der Tafel VI. bis auf Fig. 8, welche gleichzeitig ein Beispiel liefert, welche Vorstellung sich oft Modellzeichner von dem Bau einer Sache machen. Man zieht innerhalb eines mit gothischen Lanzenspitzen ohne Hals gekrönten Gitterfeldes, noch Bögen in Form des Eselsrückens zwischen je 2 Vertikalstäben eingeschaltet, und darauf mit Blumenknospen geschmückte Kreuze, die aber nicht freistehen, sondern an die obere Horizontalverbindung anstossen.

Fig. 9 giebt eine von einem früheren Modelleur der Gleiwitzer Eisengiesserei entworfene Composition eines Gitters aus Waffenmotiven — für Grabstätten von Militärpersonen bestimmt — welche eine durchaus verständige Combination von Linien und Winkeln zeigt.

Fig. 10 zeigt die grössere Unabhängigkeit des reich verzierten Gitters von der Rücksicht auf die Eisenvertheilung — (Modell von der Saynerhütte bei Coblenz) — während Fig. 11 die Idee einer sehr massiven gothischen Balustrade angiebt, welche die Eisengiesserei Gleiwitz zu Wallfahrtskirchen als Umwährung der Reliquarien vielfach ausführte, wo ein sicherer Widerstand dem Andrang der Menge geleistet werden musste. Die Profilirung der einzelnen Stäbe ist hier dem Stein nachgebildet, weil im Bezug auf das Gewicht keine Grenze vorgeschrieben war und man von den gewöhnlichen Gitterconstruktionsgrundsätzen abweichen konnte.

Diese Beispiele liessen sich ins Unendliche vermehren, die angeführten geben indess genugsam Fingerzeige, bis sich geistvolle Architekten und Metallconstrukteure eingehender mit der Formenlehre des Gusseisens beschäftigen.

Die reichsten und zugleich schwierigsten Entwürfe liefert der Renaissancestyl, dessen Charakter ja die

Benutzung einer Menge von einzelnen Ornamentgliedern oft von ungünstiger Gestalt und Massenvertheilung einschliesst; dagegen gestattet dieselbe Licenz es auch, die Linien so zu legen, dass Spannungen vermieden werden.

Eine Theilung der Gitter in einzelne Stäbe oder Traillen, die nachher mittelst angegossener Verbindungsstücke an einander gestossen werden, hilft in vielen Fällen die Spannungen überwinden, und man begegnet deshalb in den Musterbüchern einzelner Giessereien ganzen Reihen solcher Traillenmodelle.

Für grosse Fluchten sind sie aber nicht gut anwendbar, weil sie zuviel Zusammensetzungskosten verursachen und das Gitter so vertheuern würden, dass keinerlei Nutzen berechenbar wäre. Angemessen erscheinen sie bei Treppen- und Balkonbauten in Verbindung mit Walzeisenschienen und starken Griffleisten, welche die Einzelstäbe verbinden.

Auf solche Traillen wendet man alsdann die sorgfältigste Modellirung und Ausführung, da ihr Charakter als Theile des Interieurs dieses rechtfertigt. — Die Stäbe sind meistens vollkommen rund, mit Gliederungen und Wülsten reich versehen und erhalten oben wie unten schmiedeiserne Dorne eingegossen, weshalb man bei der Zeichnung des Modells für eine zum Verschweissen der in die Form gelegten Dorne genügende Metallmasse an jenen Stellen sorgen muss.

Eine andere Theilung der Gitter erfolgt zuweilen, wenn grössere Felder reich verziert sind, andere leer gelassen werden; in solchem Fall stellt man ein leeres Modell der Hauptstäbe her und setzt dann die Verzierungen der einzelnen Felder in Form von separat gegossenen quadratischen, rektangulär-oblongen oder kreisrunden Füllungen ein, wie Bilder in einen mit Anschlag versehenen Rahmen.

§. 236. Im Ganzen lassen sich verzierte Gitter leichter so entwerfen, dass sie Garantien gegen Verbiegen und Zerreissen bieten, während einfache Stabgitter für den Herdguss oder Kastenguss, sobald

sie auch gefällig aussehen sollen, weit mehr Schwierigkeiten verursachen.

Der Verfasser hat sich während seines Aufenthalts in Gleiwitz dieser Aufgabe unterzogen und alle Gittermodelle, die vorhanden waren, durchgesehen, hauptsächlich, um in ein neues Musterblatt nur billige und haltbare, dabei möglichst gefällige Modelle zu bringen. Es ist vielleicht von Interesse, zu erwähnen, dass die vom Publikum vorzugsweise benutzten Muster auch die waren, welche dem Geschmacke nach den Vorzug verdienten und dass in diesen Gittern eine viel grössere Solidität sich constatiren liess, als in den weniger gesuchten. Auf Taf. VII sind die hauptsächlichsten dieser sogenannten einfachen Stabgitter dargestellt in einem Maassrtab von $^1/_2$ Zoll = 1 Fuss rheinisch. Wer mit den Preiscouranten und Musterbüchern der deutschen Eisengiessereien vertraut ist, wird unschwer einige der abgebildeten Formen wieder erkennen.

Fig. 1. 2. 3 sind ältere Muster für niedrige Stabgitter zur Einfriedigung von Grabstätten, oder auf Mauern zu setzen und laufen in mehr oder weniger schlanke Spitzen aus; während 1 und 2 den Rundbogen als Dekorationsmoment benutzt, zeigt 3 den Spitzbogen und daneben Lanzenspitzen und Andeutungen von Capitälen. Die Muster 4 und 5, deren Entwurf vom Verfasser herrührt, zeigen eine engere Zusammenstellung der Vertikalstäbe und bieten für die eingezäunten Stellen einen besseren Schutz gegen kleinere Thiere. Trotz der grösseren Höhe und Zahl der Stäbe sind beide Muster sehr leicht construirt und haben sich gut gehalten.

Muster für Gitter mit wagrechtem Abschluss, sogenannten Griffleisten sind Fig. 6—12 incl.; sie sind im Ganzen fester und werden deshalb mehr verlangt — so dass auch naturgemäss die Auswahl grösser sein muss. Fig. 6, 9 und 12 sind in gothischem Geschmack gehalten und, namentlich 9, für Grabgitter sehr beliebt; Nr. 12 wegen seiner Schwere, auch oft zu anderen mehr monumentalen Zwecken verwendet,

ist ausserordentlich haltbar und Spannungen nur sehr wenig unterworfen.

Fig. 7 und 8 zeigen die Anwendung von Kreis und Ellipse, während das vom Verfasser entworfene Gitter Fig. 10 den Kreis-Rundbogen möglichst streng zum Ausdruck bringt. Es sollte den vielen gothischen Ideen gegenüber den romanischen Styl bringen und mag als der erste Versuch in dieser einfachst zu gestaltenden Weise entschuldigt werden.

Muster für schwerere höhere Gitter (Hof- und Grundstücksumwährungen) geben die Fig. 13. 14. 15. 16 der Taf. VII, über deren monumentale Gestaltung Nichts weiter zu sagen bleibt, da sie ja die Elemente der vorherigen 12 Muster ebenfalls benutzen.

Alle die bisher genannten Stabgitter sind auf der Eisengiesserei von Gleiwitz angefertigt worden und bilden den Inhalt des jetzigen Musterblattes für Stabgitter.

Die Gewichte pro laufenden Fuss sind bei

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
20.	16.	22.	25.	15.	18.	29.	26.	17.	18.	25.	32.	33.	34.	33.	25 Pfd.

wonach sich die neuen Entwürfe 5 und 10 vortheilhaft durch Leichtigkeit und Gedrängtheit auszeichnen.

In Fig. 17 derselben Tafel ist eine Säule und ein Flügel des ehemaligen Potsdamer Thors (resp. Anhaltischen und Neuen) in Berlin dargestellt, nach der Entwurfszeichnung, wie sie den Anschlägen der ausführenden Giessereien beigefügt war. Es repräsentirt den einfachen aber gediegenen Charakter eines öffentlichen Baues und besteht nur aus Lanzen und 2 Querleisten.

§. 237. An die Gitter schliessen sich einerseits die Grabmonumente, andererseits der übrige Bauguss, Treppen, Säulen, Träger, Balkons, Veranden etc. an, über deren Entwurf mehr zu sagen ist, als über den der Gitter und durchbrochenen Verzierungen.

Die Grabmonumente haben entweder Kreuzesform oder sind einfache Schrifttafeln; complicirtere Formen kommen selten mehr vor, da sie von

dem ebenso theuern Stein verdrängt sind, der besser aussieht als noch so sorgsam behandelte Metallmonumente. Die Dekoration der Grabmonumente geschieht durch aufgesetzte Embleme und Symbole in flacher Reliefdarstellnng, die im Modell in einer leicht bearbeiteten Legirung, oft auch nur in Wachs anzufertigen ist und hat einen vorwiegend religiösen Charakter.

Während die Grabkreuze gewöhnlich in Sockel von Sandstein oder Marmor eingezapft werden — ruhen die Schriftplatten vermittelst Consolen auf Steinen oder sind schwebend an Eisenstäben befestigt, die ihrerseits in Sockeln eingelassen sind.

Sehr schön durchbrochene Grabkreuze liefern die Fürstl. Salm'schen Werke zu Blansko in Mähren, während die Berliner Giessereien und die Tangerhütte bei Magdeburg reiche Reliefdekorationen vorzugsweise gern verwenden.

Die Benutzung der Kreuze als Träger der Schrift lässt viel gegen sich einwenden und müsste in besonders günstigen Fällen von den Eisengiessereien abgelehnt und durch eine Schriftplatte am Fuss des Kreuzes, d. h. auf dem Sockel, ersetzt werden.

Es bleiben als unerreichte Muster der Grabdekoration in Metallguss die mit Wappen und Figuren in Hochrelief versehenen Platten auf den Nürnbergischen Kirchhöfen zurück, die an manchen Fällen Nachahmung gefunden und deren Studium den Modelleuren von Grabmonumenten angelegentlichst zu empfehlen ist.

Es wird hierbei ganz von den grösseren derartigen Arbeiten der alten Nürnberger Meister, z. B. des Peter Vischer abgesehen, die bis Krakau u. s. w. verbreitet sind.

§. 238. Der Bauguss ist die der Ausbildung bedürftigste Seite des Giessereibetriebes — und von der grössten Wichtigkeit, sobald sich die Architekten noch mehr, als es bis jetzt geschieht, der Anwendung des Gusseisens zuwenden. Der Eisenguss dient vorderhand mehr als kräftiges Gerippe eines Bau-

werkes als dass er selbstständig in einem Bauorganismus auftrete und seine Leitung auch in der äussern Form offenbare — noch weniger ist von einem Kunststyl des Eisens die Rede, wie er für den Steinbau und den Holzbau bereits existirt.

Der Verfasser glaubt, dass der Hochbau in Eisen allmälig bestimmte Bauformen für Metalle entwickeln werde, dass aber das eigentliche Gebiet der Metallverwendung doch nur der innere Ausbau sein wird, während der Stein- oder Ziegelrohbau die Aussenwände zusammensetzen und bilden müsse.

In der architektonischen Literatur ist die Entwicklung metallischer, speciell eiserner, Bauformen nur schwach vertreten; ausser älteren Sachen von Eck und Guettier ist es besonders Baumeister Brandt, welcher in seinem „Lehrbuch der Eisenconstruktionen mit besonderer Anwendung auf den Hochbau" (2. Auflage, 1870—71) das Nothwendigste über Anwendung des Gusseisens zum Pfeiler-, Säulen- und Träger-, sowie zum Treppenbau zusammengestellt hat. Es fehlt aber darin jedes Eingehen auf eine durch die Eigenthümlichkeit des Materials bedingte besondere äussere Form, denn nur die statischen Momente sind berücksichtigt. Im Folgenden gestattet sich der Verfasser dagegen gewissermassen als Vervollständigung jener Bücher seine eigenen Erfahrungen in Herstellung und Entwurf von Treppenbauten und anderem Bauguss kurz mitzutheilen.

Es sind zunächst zu betrachten:

die Säule oder der Pfeiler,
der Balken oder der Träger,
die Console, —

während über die Combinationen dieser sämmtlichen Bautheile zu wenig Material vorliegt, um sie mit gleicher Ausführlichkeit besprechen zu können.

§. 239. Die Säule oder der Pfeiler gestattet, das Gusseisen in seiner besten Eigenschaft, der des Widerstandes gegen Druck, zu verwerthen; die erforderlichen Stärken sind deshalb in den meisten Fällen geringer, als es überaupt möglich ist,

Gusseisen zu vergiessen, so dass man hinsichtlich der Haltbarkeit an keine Dimensionsverhältnisse gebunden scheint. Diese Freiheit kann indess nicht so vollkommen benutzt werden als man wohl denken sollte — weil eine andere Seite der Widerstandsfähigkeit in der Praxis stets neben der Druckfestigkeit auftritt — der Widerstand gegen Zerknicken. Bereits im I. Bande hat der Verfasser die Grenzen mitgetheilt, innerhalb derer sich das Verhältniss der Höhe zum Durchmesser bei gusseisernen Säulen bewegen darf — und verweist darauf. Dieses Verhältniss vorausgesetzt, ergeben sich noch Punkte genug, bei denen zu variiren ist.

Zunächst die Theilung der Säule in Fuss, Kapitäl und Schaft, aber ohne jede genaue Anlehnung an Kunstformen des Alterthums.

Wenn die Höhe der Säule, wie immer, gegeben ist, bestimmt man den mittleren Durchmesser derselben nach dem Erfahrungssatz gegen Zerknicken, und sucht nun zu ermitteln, wie weit man davon im Interesse des ästhetischen Eindrucks abweichen kann.

Es kommt in der That ganz darauf an, in welcher Umgebung die Säulen zu stehen kommen, ob sie Souterrains oder mächtige Gewölbe theilen, oder ob sie Vorhallen, Glasdächer oder sehr helle Räume in oberen Stockwerken tragen sollen.

Bei geringer Belastung und ganzer oder gegenseitiger Verbindung der Kapitäle kann man der Gefahr des Zerknickens eher entgehen, als bei Gewölbedruck oder Unterstützung mächtiger Balkendecken. Hier verbietet, auch wenn die etwa geringe Höhe einen geringen Durchmesser gestatten würde, die ästhetische Rücksicht, letzteren anzuordnen — sondern die Säule muss die Grösse der Leistung angemessen zur Anschauung bringen.

Säulen, wie z. B. in den Souterrains der neuen Börse zu Berlin, deren Durchmesser kaum $^1/_5$ der Seite des darübergesetzten würfelförmigen Abacus beträgt, machen einen eben so schlechten Eindruck,

wie die dorischen Säulen der Hüttenfront zu Rothehütte bei Elbingerode, welche die Dimensionen der Steinsäulen haben.

Eine vollständige Entwickelung des Baues eiserner Säulen würde hier zu weit führen —; auch sind für solches Beginnen, wie für Alles, was den besten Baustyl der Metalle anlangt, noch zu wenig Vorarbeiten gemacht worden.

§. 240. In Betreff der Dekoration von Säulen ist zu bemerken, dass der Fuss und das Kapitäl häufig verziert werden, wobei man sich allerdings an die üblichen Formen der Architektur anlehnen kann. In solchen Fällen behandelt man im Modell wie im Guss die Verzierung für sich und macht das Säulenmodell selbst ganz glatt. Die Kapitäl- und die Fussverzierungen werden alsdann aufgelegt und nicht selten aus Zink oder einem leichter bearbeitbaren Material, als es das Gusseisen ist, hergestellt. Oft macht man das ganze Kapitäl in der Art von dem Säulenstamm unabhängig, dass man dem letzteren an der Stelle des Kapitäls einen glatten Hals giebt, auf welchen das Kapitäl aufgeschoben werden kann. In den Hals hinein passt dann ein an der Deckplatte sitzender Spund von hinreichender Länge und die Säule kann sofort eingebaut werden. Am Fuss verfährt man analog; nur giesst man die Fussplatte gern an den Säulenstamm fest und muss dann eine etwaige Dekoration des Säulenfusses zweitheilig umlegen.

Es ist manchmal üblich, die Säule zu canneliren und schreiben die Baumeister es vor, die Cannelüren halbkreisförmig vertieft anzubringen. Dadurch wird der Modellzeichner gezwungen, das Modell mit einer abnehmbaren, in der Form sitzenden Schale zu versehen, in welcher die Cannelüren sich befinden und welche so geschnitten sein muss, dass sie in einzelnen Streifen abgehoben werden kann. Ein solches Modell ist erstens schwer herzustellen und theuer, zweitens sehr wenig haltbar und nach jedem Abguss einer dringenden Reparatur unterworfen, da

sich die dünnen Lagen der Cannelürenschale sofort werfen, wenn sie aus dem feuchten Sande kommen.

Es ist deshalb vortheilhafter, die Cannelüren so flach zu wählen (wie bei den dorischen Säulen), dass man die Modellhälften aus der Form heben kann, ohne die Stege zu zerreissen. Der Effekt ist fast genau derselbe; besteht der Besteller auf der Ausführung der Construktionsregel des korinthischen Styls für solche Säulen, so mag er die Modellkosten dafür besonders bezahlen; ein Verfahren, das sich überhaupt in allen Fällen als probat empfiehlt, um eigensinnige Wünsche der Besteller ohne eigene Einbusse zu erfüllen.

Grosse Aufgaben im Säulenguss machen Ausnahmen insofern, als die Schwere derselben die Anrechnung der Nebenkosten unter den Centnerpreis erleichtert oder als ein Pauschquantum gewöhnlich auf Grund eines Voranschlags verabredet werden kann.

Bei solchen Anschlägen muss der Modellzeichner und der Tischler, resp. Modelleur, in erster Linie gehört werden, wie das in der Folge bei einigen Musterberechnungen gezeigt werden soll.

§. 241. An die Säule sich anschliessend, kann der Candelaber, der Thorpfeiler und Verwandtes gedacht werden, wo die Last entweder eine geringe ist, welche auf dem Construktionstheile lastet, oder wo ein anderer Zweck damit verbunden wird.

Hier handelt es sich um freiere, künstlerischer Laune mehr Spielraum gebende Schöpfungen, welche oft in hohem Grade dankbar sind. Die gewöhnliche Laternenstütze gestattet schon die Anwendung einfachererVerzierungen ohneMehrkosten; Candelaber zu 2, 4, 6 oder mehr Laternen spielen eine auffällige Rolle und bilden oft für kleine Städte die hauptsächlichste Dekoration der Marktplätze und besseren Strassen.

Manche Giessereien liefern einen oder mehrere solcher reichverzierten Candelaber dem Abnehmer einer completten Gasanstalt mit Rohrleitungen — umsonst, z. B. Lauchhammer und Tangerhütte. Sehr

schöne derartige Construktionen hat auch **Blansko** in seinem Preiscourant verzeichnet — einfachere und sehr wohlfeile lieferte der Verfasser von **Gleiwitz** aus. — Eine Zusammenstellung solcher Candelaber bietet die Taf. VIII Fig. 1—9, welche gleichzeitig eine grössere Anzahl von Dekorationselementen, für Säulen brauchbar, enthalten.

Die Verkaufsgewichte waren für die Gegenstände

Fig.	1.	2.	3.	4.				8.
	275.	260.	155.	20.	—	—	—	25,

während die Façons

Fig.	5.	6.	7.	9.	mit
resp.	15.	15.	10.	10	Thlr. verkauft wurden.

Ein Beispiel eines mehrarmigen Candelabers bietet Fig. 10, welches Muster, 12 Fuss 3 Zoll hoch, auf der **Wilhelmshütte** bei **Sprottau** ausgeführt und zum Preise von 175 Thlr. verkauft wurde.

Vorzüglich schön sind die von **Lauchhammer** gelieferten grösseren Candelaber für öffentliche Plätze — während die vieler anderen Giessereien nichts sind als gewöhnliche Laternenstützen, an deren obern Theil 2 oder 4 Laternenarme oder Consolen angeschraubt sind. Solcher Ausweg ist zwar erlaubt, doch nicht gerade empfehlend für die Geschmacksrichtung des Werkes.

§. 242. **Der Balken oder der Träger** findet noch immer eine beschränkte Anwendung, weil er nur für kurze Spannungen hinreichende Sicherheit bei grösstmöglichster Leichtigkeit gewährt.

Im selben Maasse, wie der schmiedeeiserne Träger sich verbreitet, tritt der gusseiserne zurück und nur noch bei dekorativ zu behandelnden Aufgaben des äusseren und inneren Ausbaues von Gebäuden auf. Er beschränkt sich auf das Vorkommen bei balkentragenden **Veranden** — **Vorhallen** — **Treppenpodesten** und **-wangen**. Hier lässt er sich sehr gut und passend verwenden; man kann ihn sehr reich dekoriren, mit Verzierungen bedecken oder als solche behandeln und durchbrechen — es tritt nur die Forderung auf, die

Höhe des Trägers möglichst zu vergrössern und der auf Zerreissen in Anspruch genommenen, unter der sogenannten neutralen Achse liegenden Querschnittshälfte mehr Stärke zu geben, als der andern, auf Compression beanspruchten. Man wird also die Unterfläche des Trägers breiter machen als die Oberfläche, welche direkt an die zu tragende Decke u. s. w. anstösst. Oft trennt man die Unterhälfte und verbindet sie mit der Oberfläche durch eine Verzierung, welche hinreichend stark ist, um den Spannungen der neutralen Achse zu widerstehen.

Bei der Anwendung von gusseisernen Trägern ist auch dafür zu sorgen, dass ihre freien Mitten nicht ausweichen können; sie sind also entweder gegenseitig oder mit der nächsten Wand abzusteifen. Dies geschieht am besten durch den Belag, den man dem Trägersystem giebt, oder durch zwischengeschobene Querträger, die das Ganze zu einer starren Verbindung machen. Diese Querträger können naturgemäss nur leicht sein und dürfen das System nicht unnöthig belasten. Man durchbricht sie deswegen ebenfalls und geht dabei rücksichtsloser zu Werke, als bei den Hauptträgern.

Oft macht man die Träger so, dass ihre Unterrippen bogenförmig geschwungen erscheinen; sie müssen dann aber in dem Scheitel des Bogens immer noch hoch, d. h. stark genug sein, um die verlangte Last zu tragen.

Eine Grenze, bei welcher der gusseiserne Träger anfängt, unvortheilhaft zu werden, ist schwer zu bestimmen; doch dürfte sich eine Spannweite von 8 Fuss als die für den zierlichen Ausbau eben noch zu duldende ergeben — wobei dann die Träger ca. 4 Fuss neben einander zu liegen kommen müssen und von 4 zu 4 Fuss wieder durch Querträger verbunden werden müssen. Das ist für Balkons auf Vorhallen oder Veranden das beste Verhältniss. — Sind die Spannweiten grösser, so legt man Säulen ein und gruppirt dieselben nicht in gleichen aber in symmetrischen

Entfernungen, indem man den Mittelspannungen die Maximalweite giebt. Dadurch erhält man den Eindruck der Leichtigkeit, ohne den der Festigkeit einzubüssen.

Wegen der Dekorations-Füllung der Flächen in den Trägern gilt das weiter oben von den Platten Gesagte.

§. 243. Der an einem Ende festgehaltene, am andern Ende freie Träger — die Console oder der Arm — wird vielfach in Gusseisen construirt und zu den verschiedensten Zwecken.

Auf Taf. VIII ist eine von dem Verfasser für Gleiwitz zusammengestellte Auswahl von Consolen wiedergegeben, welche eine ganze Reihe von Ornamentmotiven enthält. Die Fig. 11—18 sind Beleuchtungsconsolen oder Laternenarme theils für Gasbeleuchtung, also zur Aufnahme von Leitungsrohren eingerichtet, theils zum Tragen anderer Laternen. Fig. 11 und 12 zeigen ein in Deutschland sehr beliebtes Muster, das eine Mal für eine Hausecke, das andere Mal für eine flache Wand mit dem erforderlichen Anschlag versehen. Fig. 13 stellt einen in romanischem Styl entworfenen Arm vor, welcher zur Kirchenbeleuchtung angewendet wurde; Arme in gothischem Styl sind namentlich in Westdeutschland üblich, aber nicht immer passend entworfen. Eine kürzere und leichtere Console für Gasbeleuchtung giebt Fig. 14, namentlich für Privatbeleuchtung zu gebrauchen. Fig. 15. 16. 17. 18 stellen Beleuchtungsconsolen für Laternen ohne Gasbeleuchtung dar — in verschiedener Länge und Schwere; Fig. 17 speciell eignet sich zur Befestigung an Thorpfeilern für die eine geschlossenere Verzierung (Fig. 16 z. B.) nicht passen würde.

Einige leichtere Muster zu verschiedenen Zwecken enthalten Fig. 19—21; während Fig. 19 eine mit Mohnköpfen dekorirte Grabplattenconsole vorstellt, giebt Fig. 20 eine leichte Wandconsole zu Büsten und Pendules, und Fig. 21 eine consolähnliche Füllung für Veranden und offene Hallen

wieder, die in der verschiedensten Weise benutzt werden kann. Die Massenverhältnisse der genannten leichteren Consolenmuster sprechen sich in den folgenden Durchschnittsgewichten aus.

Fig.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
	100.	45—50.	50—60.	30.	40.	35.	50.	10.	12.	5.	2 Pfund.

Die grosse Schwere des Musters Fig. 11 liegt an der grösseren Länge, welche durch die eigenthümliche Lage der Laternen an der Ecke der Häuser bedingt ist und auch eine kräftigere Ornamentirung des ganzen Arms im Gefolge haben muss. Dazu tritt der Anschlag in Winkelform mit starkem Knauf am untern Ende.

§. 244. Eine weniger ausgedehnte Anwendung der Consolen geschieht im Hausbau; wenigstens ist seit Verbreitung des Cements die Verwendung von gusseisernen Balkenstützen sehr in Abnahme gekommen.

Man steckt ein paar alte Eisenschienen oder Träger in die Wand und hängt hohle Cement-, resp. Stuckconsolen darauf, welche den äusseren Eindruck massiver Steinmassen machen und erheblich billiger als gusseiserne Consolen, auch leichter zu erneuern sind. Besonders ist man in Norddeutschland von den offenen eisernen Balkons abgekommen; in milderen Klimaten dagegen werden verhältnissmässig mehr dergleichen Construktionen noch heute ausgeführt.

In Verbindung mit anderen Eisenconstruktionen dürfte die Balkonconsole noch eher angewandt werden und es ist zu hoffen, dass alsdann auch die Ausladung und das Verhältniss der beiden Schenkel des Consolerahmens geschickter angeordnet und bestimmt werden.

Auf Taf. VIII sind Fig. 22—24 Balkonconsolen in antikem Geschmack dargestellt, welche zum Theil nach Angaben Schinkel's für die Eisengiesserei bei Gleiwitz ausgeführt worden sind.

Das Muster Fig. 22 unterscheidet sich, abgesehen vom Ornament, von dem Muster Fig. 23 noch da-

durch, dass die Verzierungen in ersterem mehr nach der Symmetrieebene der Console, in letzterem mehr nach der Consolbreite verstärkt sind.

Dadurch ergiebt sich für Fig. 22 ein kräftigerer Anblick im Profil, für Fig. 23 dagegen in der Verkürzung von vorn; doch ist bei durchbrochenen Consolen die letztere Ansicht immerhin nur eine dürftige. Dieses Bedenken führte zu dem Entwurf Fig. 24, der aus 2 gegossenen Halbseiten des eigentlichen Consols und einer von Zinkblech hergestellten aufgerollten Stirnfläche besteht; eine solche Anordnung ist, streng genommen, eben so wenig zu rechtfertigen, als die Anwendung von Cement, aber immerhin hommt das Metall darin mehr zu seinem Recht. In welcher Weise das Gusseisen am besten zum Tragen von Balkons anzuwenden wäre, ist hier schwer zu sagen; die mit einander durch Träger verbundenen Säulen einer Halle würden am besten sich auch von der Vorderseite ausnehmen. Vielleicht gelingt es, die einzelnen Winkel und Consolen der jetzt beliebten Anordnung von Balkonunterstützungen miteinander durch passende Zwischenglieder zu verbinden, welche der ganzen Zusammenstellung auch von vorn her ein volleres Aussehen geben.

§. 245. Während die in den vorhergehenden Paragraphen besprochenen Methoden des Entwurfs sich auf Gegenstände von mehr künstlerischer Form beziehen, wären noch einige Worte über das Modellentwerfen zu anderen, in Gusseisen herzustellenden Gegenständen zu sagen, wenn nicht dabei zu sehr die Förmereimethoden anticipirt werden müssten.

Nur über die allgemein bei der Theilung der Modelle, der Anlage der Kernmarken u. s. w. zu beobachtenden Grundsätze sollen noch Mittheilungen folgen, die sich jeder Techniker ans der Praxis ergänzen und vermehren kann.

Die Theilung der Modelle ist nöthig, sobald der Gegenstand nach jeder der 3 Achsen hin eine so bedeutende Ausdehnung hat, dass

die zwei- oder mehrtheilige Form, ohne lädirt zu werden, nicht vom Modell, sondern das Modell aus der Form gezogen werden muss.

Eine dünne Ofenplatte kann ganz in den Herd oder in den Unterkasten gelegt werden und besteht das Modell derselben aus einem Stück. Hat sie dagegen hochkantige Rippen auf der einen, Verzierungen auf der andern Seite, so müssen die letzteren im Unterkasten, jene im Oberkasten abgeformt werden und ihrer Höhe wegen unter Umständen vom Plattenmodell trennbar sein. Sie werden dann mit dem Oberkasten abgehoben und aus demselben besonders herausgezogen.

Eine Theilung ist auch nothwendig, weil die meisten Gegenstände, die in getheilter Form gegossen werden, sich beim Einformen schlecht auf die Modellbretter legen würden.

So hat man lange Zeit Gitter und ähnliche schwache, aber beiderseits verzierte Gegenstände getheilt, ehe man auf die Idee kam, ihnen den Gypsabguss ihrer äusseren Fläche als Unterlage zu geben.

Die Theilung der Modelle geht bis zu einer gewissen Grenze, und man hat 2fach, 3fach, 4fach getheilte Modelle, bei denen noch ausserdem einzelne Stücke, die stark hervorragen, abzulösen gehen, ohne dass hier die Theilungsebene in einer bestimmten Beziehung zum allgemeinen Formentypus des Objekts steht. Solche lose Theile, die keinem Symmetriegesetz folgen, sind z. B.

die Henkel der Töpfe und Schüsseln,
die Stiele der Pfannen und Casserolen,
die Füsse der Tiegel und Ofengrapen,
die Flanschen mancher Rohre,
die Spunde und Ansätze derselben,
die Nabenscheiben der Getriebe und Riemscheiben

und andere, über den allgemeinen Umriss des Haupttheils hervorragende Theile des Gegenstandes.

Bei Skulpturen wird das Modell ebenfalls und bis zu einer gewissen Grenze getheilt, die weitere Zerlegung der Fläche aber nur in der Form weiter geführt, sodass in solchem Fall die Form von dem Modell abgelöst werden muss.

§. 246. Sind die Gegenstände hohl oder werden sie von mehreren Räumen durchsetzt, welche sich nicht gut vom Modell abformen lassen, so werden diese Raumausfüllungen der Form besonders hergestellt, und man bedarf dazu sowohl besonderer Formen, als auch Theile am Modell selber, welche die Lage der Kerne in der Form fixiren sollen.

Diese Theile am Modell, die Kernmarken, müssen vom Modellzeichner ebenfalls vorgesehen werden und müssen nachstehende Bedingungen erfüllen. Der Kern, in den besonderen Formen gepresst oder gestampft (gewöhnlich aus festerem und compakterem Material, als die Substanz der übrigen Form), muss, in die Kernmarkenhöhlung der Form gelegt, genau die ihm zukommende Lage haben und darf nach Zusammensetzen der Form nicht mehr beweglich erscheinen.

Dieses wird bei zwei Auflagepunkten verhältnissmässig leicht erreicht, bei einem oft nur sehr schwer. Eigentlich müsste im letztern Fall die Kernmarke so dick gemacht werden, dass der Schwerpunkt des ganzen Kerns in dieselbe zu liegen käme; dieses Prinzip verbietet sich aber in der Anwendung meist dadurch, dass dann ein sehr ausgedehnter Formkasten nothwendig wäre, weil unter Umständen das Volumen der Kernmarke grösser sein kann, als das des ganzen Gussstückes. Dann muss, wie später gezeigt wird, für eine besondere Befestigung des Kerns in der Marke gesorgt werden, und man substituirt dann wohl auch dem fragilem Lehm oder der Masse eine metallische Substanz, sowohl für die Marke, als auch für den Theil des Kerns, der hineinpassen soll. Die Kerne werden überhaupt, auch wenn sie aus erdigem Metall bestehen, festgenagelt und befestigt, um der Giessbewegung und dem Wallen

des Gusses zu widerstehen, sodass man bei dem Entwerfen des Modells keine zu übertriebene Rücksicht auf die Anwendung grosser Kernmarken zu nehmen braucht. Auch für diese Details geben die Einzelfälle specielle Belehrung, welche als Beispiele für die Förmereimethoden angeführt werden können.

bb) Vom Schwindmaass.

§. 247. Aus den früheren Mittheilungen über die Eigenschaften des Roheisens (Band I, S. 134 ff.) und sein Verhalten beim Schmelzen und Erstarren (dieser Band S. 241 ff.) geht hervor, dass der Guss nie die Grösse des Modells erreicht und dass das letztere um das sogenannte Schwindmaass grösser sein muss, wenn der Abguss bestimmte Abmessungen haben soll.

Ein mehrfach schon genannter Praktiker, Hüttenmeister Ledebur, veröffentlichte 1869 (Berg- u. hüttenm. Ztg., S. 1) eine Reihe von Notizen über die Schwindung der Metalle, besonders des Gusseisens, denen viele der folgenden Bestimmungen entlehnt sind; — Bemerkungen Mallet's über den gleichen Gegenstand sind ebenfalls benutzt worden.

Das Schwindmaass ist durch Versuch und Erfahrung genau ermittelt worden und beträgt

für graues mittelgrobes Gusseisen $^1/_{96}$ seiner Länge,
„ Zink $^1/_{80}$ „ „
„ Messing $^1/_{62}$ „ „
„ Kanonengut $^1/_{130}$ „ „
„ Zinn $^1/_{147}$ „ „
„ Blei $^1/_{92}$ „ „

Aus den linearen Schwindmaassgrössen eines Körpers ist es nicht schwer, die kubische Schwindung zu berechnen.

Setzt man nach Ledebur

v = Volumen eines Körpers vor } dem Schwinden
v_1 = „ „ „ nach }
a = eine Seitenlänge desselb. vor } dem Schwinden;
a_1 = dieselbe nach }

$\left.\begin{array}{l} s = \text{den linearen} \\ s_1 = \text{den kubischen} \end{array}\right\}$ Schwindungscoëfficienten, so ist:

1) $a_1 = a\,(1 - s)$.

2) $s_1\,v = v - v_1$; also $s_1 = \frac{v - v_1}{v} = 1 - \frac{v_1}{v}$.

3) $\frac{v_1}{v} = \frac{a_1{}^3}{a^3}$,

da sich die Rauminhalte ähnlicher Körper wie die Kuben gleichliegender Seiten verhalten; damit folgt weiter:

$$\frac{v_1}{v} = \frac{[a\,(1-s)]^3}{a^3} = (1 - s)^3 = 1 - 3s + 3s^2 - s^3;$$

daraus entwickelt sich

4) $s_1 = 1 - \frac{v_1}{v} = 3s - 3s^2 + s^3$.

Da in Folge des kleinen Werthes von s die Potenzen s^2 und s^3 ohne wesentliche Beeinträchtigung des wirklichen Werthes vernachlässigt werden können, so erhält man

5) $s_1 = 3s$,

d. h. der Coëfficient für die kubische ist ungefähr 3 mal so gross als der für die lineare Schwindung.

In ähnlicher Weise lässt sich ermitteln, dass der Coëfficient der Flächenschwindung gleich dem doppelten Coëfficienten der linearen Schwindung sich stellt.

§. 248. Es ist bereits mehrfach erörtert worden, dass graues Eisen ein anderes Schwindmaass habe als weisses, weil das letztere vor dem Erstarren nicht expandire und das für beide Sorten ziemlich gleiche eigentliche Schwinden deshalb nicht die Verminderung erfahre, die bei jenem eintrete.

Ledebur hat Versuche mit Eisenmischungen und Sorten gemacht, deren Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

Nr. 1 bestand aus 2 Theilen schottischem Cokesroheisen Nr. 1 mit 1 Theil Holzkohlen-Brucheisen und war im Cupolofen umgeschmolzen; es zeigte eine

dunkelgraue Bruchfläche von körnig krystallinischer Textur mit reichlicher Graphitausscheidung.

Nr. 2 bestand aus Holzkohleneisen von stark gaarem Gang und enstammte direkt dem Ilsenburger Hochofen; der Bruch erschien dunkel blaugrau, etwas lichter als Nr. 1 und zeigte eine starke Gaarschaumbildung an der oberen Fläche.

Nr. 3 war halbirtes Holzkohleneisen von Ilsenburg, ebenfalls direkt aus dem Hochofen gegossen; es schien weniger dunkel als Nr. 2, aber mit noch vollständig grauer Färbung.

Nr. 4 bestand in starkhalbirtem, d. h. deutlich fleckigem Holzkohlen-Roheisen von Ilsenburg, direkt aus dem Hochofen gegossen, und zeigte auf frischem Bruch eine lichtgraue Färbung, in welcher der Graphit in schwarzen Flecken auf deutlich erkennbarem weissen Grunde erscheint.

Nr. 5 endlich war ein ebenfalls aus dem Hochofen direkt entstammendes Holzkohleneisen von Ilsenburg und erstarrte zu weissem dichten Bruch, der nur im innersten Kern Spuren von Graphitbildung als graue Pünktchen eben erkennen liess.

Nr.	Stablänge im Modell Meter	Stablänge im Abguss Meter	Totale Schwindung Meter	Totale Schwindung in Procenten
1.	1,000	0,992	0,008	0,8
2.	1,000	0,990	0,010	1,0
3.	1,000	0,989	0,011	1,1
4.	1,000	0,987	0,013	1,3
5.	1,000	0,984	0,016	1,6

Das Modell war ein genau ein Meter langer Holzstab, welcher einen quadratischen Querschnitt von $5 \times 5 = 25$ Quadratcentimeter besass.

Aus den procentalen Zahlenwerthen geht hervor, dass die Eisensorte nicht vollständig ist, indem der höchste Werth des Schwindmaasses nicht 1,6, sondern

2,6—3 ist (für die splittrige Schale der Hartgüsse), wie aus den betreffenden Bemerkungen des I. Bandes hervorgeht.

Die weiteren Folgerungen Ledebur's aus dem Verhältniss der Graphit-Ausscheidung zum Schwinden verführen ihn leider zu der Behauptung (Berg- und hüttenm. Ztg., 1869, S. 49), das Roheisen schwinde im geraden Verhältniss der Abkühlung. Die Ausführungen im Band I geben die wahre Erklärung für die von Ledebur selbst gemachte Erfahrung, dass ein dünner Stab (0,8 Quadratcentim.) sich um 1 Millimeter weniger zusammenzog, als mehrere stärkere (6,25 Quadratcentim.); eine Erfahrung, die ihm mit seinem Lehrsatz vom Verhältniss zwischen Schwindung und Graphit-Ausscheidung im Widerspruch zu stehen scheint.*)

§. 249. Weitgehende Erörterungen über Schwindmaasse und Modellvorzeichnung findet man noch in den Mallet'schen Aufsätzen — Practical Mechanics Journal, 1867/68 (III. Serie, 3), S. 325 —, aus welchen das Folgende mitgetheilt wird.

Das Modell ist eine aus mancherlei Substanzen hergerichtete Gestalt, von welcher der gegossene Gegenstand das Abbild vorstellen soll. Da dieses Abbild erst vermittelst der Gussform genommen wird, ist der Abguss eigentlich das Abbild eines Abbildes, und da die verschiedenen Substanzen, aus denen Modell, Gussform und Abguss bestehen, in ihren Eigenschaften spontan wirkende Ursachen der Form- oder Dimensionsveränderung besitzen, so erfordert die Herstellung des Gusses wegen der gegenseitigen Abhängigkeit von Entwurf, Zeichnung, Modell, Form und Abguss eine stete Aufmerksamkeit.

Zunächst verändert jedes einstmals richtig dar-

*) Die Erklärung auf S. 50, welche den Widerspruch heben soll, könnte ohne scharfe Kritik nicht wiedergegeben werden, weshalb wir auf die Quelle verweisen.

gestellte Modell Form und Abmessungen mit der Temperaturveränderung oder dem Wechsel von feucht und trocken.

Die Gussform thut ein Gleiches in verschiedenem Maasse, je nach ihrer Herstellungsmethode und ihren Bestandtheilen.

Der Abguss endlich schwindet und verändert dadurch ebenfalls die durch die Form angegebene Grösse, weil das Gussmaterial sich zusammenzieht — wiederum je nach der Masse in verschiedenem Maasse.

Dazu tritt aber noch ein bei der gewöhnlichen Förmerei, ohne Maschinen, sehr wirkungsvoller Umstand, nämlich die durch das Herausziehen der Modelle verursachte Erweiterung der Form. Bekanntlich muss jedes Modell vor dem Herausziehen gelockert werden; mit anderen Worten, die Form wird verbreitert und auseinandergetrieben, um das Anhaften des Sandes an dem Modell und das Zerstören einzelner Theile der Form zu verhindern.

Daher kommt es denn auch, wie Mallet auseinandersetzt, dass das Schwindmaass, wie es praktisch angewandt wird, nicht allein die Volumdifferenz des eben gegossenen und des zur Temperatur der Atmosphäre erkalteten Metalls ausdrückt, sondern den Unterschied der fertig zum Guss gestellten Form und des kaltgewordenen Gusses ausdrückt. Eine theoretische Betrachtung des Schwindmaasses, und namentlich der Vergleich desselben und des für eine Temperatureinheit ermittelten Ausdehnungscoëfficienten des Gusseisens führt dieses noch besser aus.

General Roy bestimmte die Linearausdehnung des Eisens für jeden Grad Fahrenheit innerhalb des Temperaturunterschiedes zwischen frierendem und kochenden Wasser auf $\frac{1}{162000}$ der Totallänge; nimmt man nach Mallet's Vorgang den Erstarrungs-, resp. Schmelzpunkt des Roheisens auf 2700° Fahrenheit an, wie ihn Daniell bestimmt hat, und nimmt man ferner

eine in allen Stadien gleichmässige, d. h. stetige Zusammenziehung an, so berechnet sich eine Totalausdehnung von $\frac{2700^0}{162000}$ oder $\frac{1}{60}$, also mehr, als in der Praxis den Modellen an Schwindmaass zugegeben wird. Es würde also die Differenz $\frac{1}{60} - \frac{1}{96}$, d. h. $\frac{1}{5} - \frac{1}{8} = \frac{3}{40}$ allein auf das Ausweiten der Form durch das Lockermachen der Modelle zu rechnen sein, wenn nicht noch ein anderer, bereits in diesem Buch ausführlich betonter Faktor, die Ausdehnung des erstarrenden Roheisens bei der Graphitausscheidung, hinzukäme, deren Maass aber noch nicht bekannt ist.

§. 250. Aus all diesen Umständen geht hervor, dass der Modelleur, im weitesten Sinn verstanden, keinen festen Anhalt in Betreff der Schwindung des Gusseisens besitzt und keine Regel für die Abmessung der Modelle sich daraus ableiten kann.

Die alten empirischen Regeln beim Aufbau der Modelle geben allerdings eine rohe Führung, aber doch eine sehr unsichere; gewöhnlich ist ein Fehlguss nothwendig, um für eine ausgedehnte Form oder einen Gegenstand von ungleicher Massevertheilung das Modellmaass genau zu bestimmen; es muss das nach den üblichen Regeln dargestellte Modell, dem Resultat des ersten Abgusses entsprechend, umgeändert werden. Häufig geschieht dieses nicht, sondern man klopft, wenn in gewöhnlichem Sand gearbeitet wird, die Form aus oder dämmt ein Stück derselben zu. In Masse- oder Lehmformen, deren eigenes Schwindmaass mit hinzutritt und das Resultat der Modellconstruktion alterirt, muss man fast immer nachmessen und entweder ausreiben oder auflegen, um nach dem ersten Brand der Form die richtigen Dimensionen des eigentlichen Schwindmaassstabes zu erhalten, um so mehr, als in diesen Formmaterialien die complicirtesten Maschinenstücke gegossen zu werden pflegen.

Für genau abzuliefernde Güsse muss man sich

deswegen auch vorherrschend des Lehm- oder Massegusses bedienen, sonst könnten die Meisterstücke der grossen Maschinenfabriken, z. B. von Seraing, Escher in Zürich, Köln, Sterkerade, Berlin, nicht so sicher gelingen. So führt Mallet an, dass grosse Cylinder nicht mehr als $^2/_{10}$ oder $^1/_4$ Zoll im Durchmesser zum Abdrehen zugegeben erhielten und dass grosse und starke Maschinenrahmen oder Grundplatten nach dem Abhobeln der Passflächen ohne Weiteres aufeinander gesetzt werden könnten.

Das Eisenwerk Low-Moor hat im Jahre 1854/55 für die englische Regierung 36zöllige Bomben geliefert, die untereinander nicht mehr als um $^1/_{10}$ Zoll im Durchmesser differirten; das Etablissement von Gruson in Magdeburg liefert jetzt die Eisenkerne des stärksten Kalibers zu den in der preussisch-deutschen Artillerie üblichen Bedingungen, d. i. einer geduldeten Abweichung von 2—4 Hunderttheilen des rheinischen Duodezimalzolles.

Diese Genauigkeit erlangt man natürlich erst durch mehrfache Wiederholung desselben Gusses und durch stete Aufmerksamkeit auf Wahl des Eisens und Führung des Schmelzens; Alles kommt dabei in Betracht: Giesshitze — Dichtigkeit der Form — Wärmeleitungsfähigkeit derselben u. s. w.

Vor Allem aber ist eine sehr grosse Sauberkeit der Modellarbeit erforderlich, um das erwähnte Resultat hervorzubringen, und die Wahl einer geeigneten Substanz zur Herstellung des Formmodells, d. h. desjenigen Modells, welches der Former dauernd in die Hand bekommt. Nach einem Normalmodell, welches möglichst intakt zu erhalten gesucht wird, stellt man sich eine der Wiederholung des Gusses entsprechende Anzahl von Formmodellen her und nimmt dieselben nach und nach zur Arbeit vor.

§. 251. Das Material für die Formmodelle ist im Fall häufiger Wiederholung stets Metall, und wählt man zu den feinsten Aufgaben stets eine Broncelegirung, zu weniger feinen Arbeiten aber entweder Messing oder Gusseisen oder eine Mi-

schung von Blei und Zinn, Blei und Antimon, Blei und Zink u. s. w.

Munitionsguss wird mit Broncemodellen hergestellt, Verzierungen mit Bronce-, Messing- und Eisenmodellen, je nach dem Grad der Feinheit; Architekturtheile mit Gusseisen-, Holz-, Blei- und Zinkmodellen, oft auch mit zusammengesetzten Modellen; Poterie und Hohlguss mit Bronce-, Messing-, Gusseisen- und Eisenblechmodellen.

Die Anfertigung des Hauptmodells für solche Formmodelle bietet deshalb in Betreff des Schwindmaasses eine doppelte Schwierigkeit; denn ausser dem Verhalten des Gusseisens ist noch das Verhalten des Metalls zu studiren, aus welchem das Modell besteht.

Weiter noch complicirt sich die Aufgabe durch das Zugeben von Substanz zur Bearbeitung — kurz es sind dabei eine Menge von Erfahrungen zu machen und zu beachten; zwar hat man die Schwindmaasse der verschiedenen Substanzen festgestellt, aus denen solche Formmodelle bestehen, aber ebensowenig, wie der Schwindmaassstock des Modelltischlers für Lehmformen und Masseformen complicirter Stücke aushilft, ebensowenig kann man mit den Durchschnittswerthen der Schwindmaasse verschiedener Metallmischungen auskommen.

Die Bearbeitung der Formmodelle hilft hierbei allein aus — denn es ist dann möglich, das Schwindmaass des Gusseisens zu ermitteln und doch das Modell zu corrigiren. Man nimmt blos das erste Stadium der Bearbeitung vor und misst das Modell, giesst es in demselben Sand wie späterhin ab und misst den Abguss; daraus ergiebt sich die noch erforderliche Bearbeitung von selber. Der intelligente Modelleur wird hiernach sich leicht orientiren können und Alles vermeiden, was das Gelingen der Güsse in Frage stellt.

Alle Ansätze, die in genauen Abständen von einander sein sollen, müssen vom Formmodell abgelöst

und nachher angepasst werden, also Topfhenkel, Handhaben u. s. w.

Dasselbe ist mit allen beim Formen abtrennbaren Theilen der Fall, welche extra hergestellt und bearbeitet werden.

§. 252. Noch ist ein Umstand zu erwähnen, der mit dem Schwinden zusammenhängt und im Modell berücksichtigt werden muss: das durch ungünstige Massenvertheilung hervorgerufene unvermeidliche Werfen des Gegenstandes. Man macht die Modelle zu solchen Gegenständen gern aus biegsamem Material uud zunächst vollständig genau nach Zeichnung. Der erste Abguss in dem auch später anzuwendenden Sand und Eisen, beides nach bester Auswahl, ergiebt die resultirende Krümmung, welche also nicht leicht zu vermeiden ist. Giebt man dem Modell durch vorsichtiges Biegen dieselbe Krümmung, als in entgegengesetzter Richtung, so gelingt es leicht, gerade Abgüsse zu erhalten, ohne dass Spannungen u. s. w. zu befürchten sind. Geschickte Giesser und Construkteure verstehen es allerdings, noch besser zu operiren, und setzen solchem Werfen und allen Spannungen stets die stärkste Widerstandsfähigkeit des Materials entgegen. Oft gelingt es, dadurch die Spannungen zu überwinden und das Verziehen zu vermeiden, allerdings nur bei genauester Kenntniss des Materials und seines Verhaltens.

Rathsamer bleibt immer der Ausweg, eine andere Construktion zu versuchen, resp. den Gegenstand zu theilen und den einseitig sich verziehenden Theil abzulösen, um ihn später wieder anzusetzen. Dann ist man vor allen Spannungen sicher, die, wie bereits erwähnt, bei Temperaturwechseln, Erschütterungen und Vibrationen noch nachträglich hervortreten und Zerstörungen bewirken können.

cc) *Vom Modelliren in weichem Material.*

§. 253. Das Modelliren in weichem Material zerfällt, vom Material selbst abgesehen, in zwei Gruppen

von Arbeiten: 1) das Aufbauen der Massen, und 2) das Ausarbeiten und Vollenden.

Als Material benutzt man gewöhnlich plastischen Thon oder Stuck für die grösseren und massigeren Sachen, während man Wachs und Mischungen von Wachs mit Harzen zu kleineren Dingen wählt. Von diesen Materialien sind die erdigen Substanzen nur in feuchtem Zustande plastisch — während das Wachs und seine Mischungen bei der Lufttemperatur bewohnter Räume und von Ateliers geschmeidig genug sind, um ohne Schwierigkeit gedrückt und geformt zu werden.

Der Aufbau von Thonmodellen geschieht unter Anwendung von verschiedenen Vorsichtsmaassregeln und Hilfsmanipulationen. Zunächst wird für die Solidität des Modells durch Einlage von Ankerstäben Sorge getragen, welche so angebracht sein müssen, dass man ihre Enden im Nothfall auch als Handhaben benutzen kann. Soll das Modell vor der Wanderung in die Giesserei in Gyps abgegossen werden, so ist nur für den Halt des Lehmmodells während des Modellirens selbst Sorge zu tragen, indem alsdann das Gypsmodell mit Handhaben u. s. w. versehen wird.

Eine andere, früher schon angedeutete Hilfsarbeit besteht darin, dass man glatte Flächen, die in dem zu modellirenden Gegenstande eine geschlossene Grundform bilden, aus Holz herrichtet und darauf die Thonreliefs aufträgt.

So verfährt man bei Hochreliefs und bei Säulenkapitälen mit losgehendem Blätterwerk, wo eine platte Fläche, beziehungsweise eine kelchartige Form die Unterlage der Reliefs bilden. Wo die letzteren wenig aus der Grundform vortreten, macht man auch diese gern von Thon oder überzieht sie damit, um das Anhaften der breiten Thonmassen zu erleichtern. Beim Aufsetzen von Reliefs aus Wachs und Wachsmischungen hat man nur nöthig, die Grundlage mit einer dünnen Wachsschicht zu überziehen.

Die Details der Manipulationen beim Aufbau und bei der Vollendung lassen sich nicht beschrei-

ben, sie müssen als künstlerisch-technische Leistung durch Uebung erlernt und verstanden werden; es gelten hierfür alle Feinheiten der Technik, welche die bedeutendsten Bildhauer ihren Schöpfungen mitgegeben haben, und der Modelleur einer Giesserei muss einige Jahre in einem Bildhauer-Atelier gearbeitet haben, nachdem er einen akademischen Cursus im Zeichnen durchgemacht.

In der neuesten Zeit findet man beides in den Kunstgewerbschulen vereinigt und mit stetem Hinblick auf die Anwendung in der Technik betrieben.

dd) Von der Modelltischlerei.

§. 254. Einleitendes. Der grösste Theil der Modelle, welche eine Giesserei gebraucht, ist aus Holz gefertigt, und die Modelltischlerei, sowie die Behandlung und die Aufbewahrung der Holzmodelle bilden wichtige Punkte in der Leitung und dem Betrieb einer Eisengiesserei.

Die Idee, Modelle aus Holz anzufertigen, ist jedenfalls eine alte und hängt mit der direkten Anwendung des Holzes zum Maschinenbau zusammen, welche aufgegeben wurde, als man mit den Metallen umzugehen lernte. Die alten, aus Holz gefertigten Maschinentheile wurden die Modelle der neuen, in Metall zu giessenden Theile, und dadurch kam man auf die Idee, das Holz als Modellmaterial anzuwenden. Die Ausbreitung und Ausbildung des Maschinenbaues hat auch der Modelltischlerei einen bedeutenden Schwung verliehen, der seit Anwendung der Holzbearbeitungsmaschinen noch mächtiger geworden ist.

Jetzt nimmt die Modelltischlerei allein das Interesse des Giessereitechnikers mehr in Anspruch, als die übrigen Herstellungsmethoden von Modellen zusammengenommen; ein Gesichtspunkt, der auch in diesem Buche nur getheilt werden kann.

Allerdings kommt es nicht darauf an, die Praxis der Tischlerei an sich zu beschreiben, d. h. die Arbeit selbst; diese ist im Ganzen weit weniger com-

plicirt und weitläuftig, als bei der Kunsttischlerei — doch kommt es bei der Modelltischlerei auf einen Grad der Genauigkeit in den Abmessungen und der Flächenbestimmung an, den man in der übrigen Tischlerei vergeblich suchen würde. Ausserdem muss auf die Formmethode Rücksicht genommen werden, auf das anzuwendende Formmaterial und dessen Eigenthümlichkeiten. —

Daraus ergiebt sich für den Tischlermeister der Giesserei die Nothwendigkeit, die Giessereiprozesse zu kennen und damit möglichst vertraut zu sein. Er muss mit dem Giessmeister das Modell für jedes neue Stück verabreden und Alles, was auf Theilung, Kernmarken u. s. f. Bezug hat, festsetzen.

Beim Lehmguss, wozu er meist nur Schablonen und Ansatzstücke zu liefern hat, muss er nicht selten die Förmer in den Details der Zeichnung orientiren können und der Zusammensetzung der aus vielen Theilen aufzubauenden Form rathend und helfend beiwohnen.

Daneben muss eine gründliche Handwerkerbildung vorhanden sein und die Fähigkeit, Zeichnungen aufreissen zu können — wie es in der Einleitung dieses Abschnitts mehrfach erwähnt worden ist.

§. 255. Die Hölzer, die bei dem Bau von Gussmodellen angewendet werden, sind, fasst man das Eisengiessereigewerbe aller Länder zusammen, ausserordentlich zahlreich, während einzelne Gegenden oft nur wenige Sorten gebrauchen und damit auskommen.

Am reichsten bedacht sind die Giessereien der englischen und amerikanischen Industrieplätze, denen theils der ausgedehnte Handel, theils die Beschaffenheit der einheimischen Flora die edelsten und mannigfaltigsten Holzarten in Fülle zur Verfügung stellen.

In Deutschland bedient man sich vorzugsweise des Kiefern- und des Erlenholzes, welche oftmals zusammen an einem und demselben Modell vorkommen. Das Kiefernholz ist leicht bearbeitbar, schwindet, einmal gehörig getrocknet, sehr wenig und

ist in Folge dessen dem Reissen nicht ausgesetzt; es hat gewöhnlich parallele und gerade Fasern und ist in Folge dessen auch dem Werfen nicht so sehr unterworfen. Das Erlenholz, kürzer und brüchiger als das Kiefernholz, zeigt mehr Härte und ist ebenfalls leicht zu bearbeiten; es nimmt eine dauerhafte Politur an und hebt sich gut aus dem Formsand aus — eine Eigenschaft, welche nicht alle Hölzer haben. Man verwendet es deshalb zu allen fest einzustampfenden, Flächen, die im Guss vorzugsweise sauber ausfallen müssen, und macht überhaupt alle hervortretenden Stellen gern aus diesem Holze.

Mit den genannten Holzarten kommt man aus, so lange keine Grabstichelarbeit nothwendig wird. Sobald dies der Fall ist, muss man härtere und kürzere Hölzer verwenden, z. B. die der einheimischen Obstbäume, Aepfel- und Birnbaumholz; auch Esche lässt sich gut stechen, ist aber sehr theuer, weil zur Möbel- und Kunsttischlerei gesucht. Ueberhaupt kann sich die Modelltischlerei eigentlich nur der billigeren unter den überhaupt geeigneten Holzarten bedienen; Birkenholz kommt aus diesem Grunde selten zur Anwendung, während das dem Wurm leicht zugängliche Erlenholz, das ohne diesen Umstand sich sehr gut zu Möbeltheilen eignen würde, der Modelltischlerei von selbst anheimfällt.

Vor allen ausländischen Hölzern ist Cedern- und Mahagoniholz nach Wiebe (Maschinenbaumaterialien und deren Bearbeitung, I, S. 443) am meisten zu empfehlen; doch sind sie für unsere Verhältnisse wohl meistens zu theuer.

Weichheit in der Bearbeitung, Leichtigkeit bei genügender Dichtigkeit und geringes Schwinden nach der Quere sind die Haupteigenschaften, die ein Modellholz haben muss. Dass man demnächst möglichst das geradspaltige und astfreie Holz aussuchen wird, ist selbstverständlich.

§. 256. Zur Modellanfertigung müssen alle Hölzer möglichst trocken sein, und es empfiehlt sich deshalb, das zu verwendende Holz zunächst als trocken

anzukaufen, dann es im Freien, aber gedeckt, dem Luftzug auszusetzen und schliesslich, ehe es angegriffen wird, noch einige Tage oder Wochen in der Modelltischlerei liegen zu lassen.

Zu diesem Behufe bringt man in diesem Raume Hängewerke an der Decke an, auf welche die in 8 oder 10 Tagen gebrauchten Bretter aufzuschichten sind.

Starke Bretter oder Bohlen müssen, um das unregelmässige Zerreissen zu verhüten, aufgeschnitten werden — wobei man ungefähr der Achse des Baumes, resp. der zur Hauptfläche der Bretter normalen Ebene folgt, welche durch die Baumachse gehen würde. Gegen das Zerreissen hilft auch das Bekleben der Hauptflächen mit Papier, wodurch ein langsameres und gleichmässigeres Trocknen der Holzfasern ermöglicht wird.

Wenn eine Modellgattung voraussichtlich oft angefertigt wird und wenn dazu jedesmal eine grosse Anzahl von Stücken verleimt werden müssen, so schneidet man dieselben im Vorrath und lässt sie dann in der Tischlerei bis zur Verwendung stehen. Dadurch trocknen sie noch besser und erlangen in der Faserlage diejenige Beständigkeit, welche gerade bei den aus vielen solchen Stücken zusammengeleimten Modellen nothwendig ist.

Aus alledem geht hervor, dass eine Modelltischlerei um so besser arbeitet und um so mehr leistet, als sie gute Holzvorräthe besitzt, und dass es wichtig ist, bei guter Zeit dafür zu sorgen.

Besondere Gelegenheiten, gutes oder seltenes Holz zu erlangen, dürfen nie versäumt werden; werden Pappeln, Eschen, Linden, Akazien, Kastanien in der Nähe des Werkes gefällt, so muss man zugreifen; ebenso, wenn absterbende Obstbäume geschlagen werden. Das weiche Pappel- oder Lindenholz ist für kleinere Sachen oft brauchbar, Kastanienholz verhält sich wie Erlenholz, und die Esche wie die Akazie zeichnen sich durch Zähigkeit aus und geben Werkzeughelme u. s. f.

Je genauer man über die Eigenschaften der ver-

schiedenen Hölzer unterrichtet ist, desto umsichtiger wird man die Auswahl des Bedarfs und die Behandlung der gemachten Ankäufe treffen.

Im Folgenden werden deshalb nach der von Wiebe gemachten Zusammenstellung (Maschinenbaumaterialien und ihre Bearbeitung, I, S. 11 ff.) die für den Modelltischler interessantesten Daten über die Hölzer und ihre Eigenschaften zusammengestellt.

§. 257. Struktur und Zusammensetzung des Holzes.

Die Längsfasern, aus denen jedes Holz besteht, erscheinen auf dem Querschnitt des Stammes in ringförmige Gruppen geordnet, welche man Jahresringe, Jahrringe, in den Tischlereien auch kurz die Jahre nennt. Der Name bezeichnet gleichzeitig die Entstehungsart, indem die Wachsthumsperiode eines jeden Jahres eine solche ringförmige Ablagerung von Holzstoff veranlasst. Die Jahrringe eines ausgewachsenen und noch lebenden Baumes zeigen untereinander bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Die inneren Ringe, d. h. die ältesten, sind dichter, fester und härter als die äusseren, deren Gefüge locker, weich und schwammig ist. Aussen sind die Jahre mit dem sogenannten Bast umhüllt und demnächst von der Rinde eingeschlossen. Auch in der Farbe unterscheiden sich die Jahresringe der verschiedenen Stammzonen, weshalb der Holzarbeiter ihnen verschiedene Namen gegeben hat. — Unter dem Bast liegt das Splintholz oder der Splint, eine leicht splitternde Masse, welche nur nach der Faserachse etwas Cohäsion besitzt; darauf folgt das sogenannte junge Holz, das schon verwendbar ist, aber vorsichtig behandelt werden muss. Die inneren Ringe nennt man den Kern oder das Kernholz; ihre radiale Breite der Jahre ist in demselben am geringsten, während sie im jungen Holz der Rinde zu immer mehr zunimmt. Dazu kommt noch ein im Stand der Bäume begründeter Unterschied; die Nord- oder Wetterseite des Baumes ist gewöhnlich durch dichtere Jahrringe ausgezeichnet, während die Süd- oder Sommer-

seite das lockerere Gefüge zeigt, also eine bedeutendere Leichtigkeit. Ausserdem zeigen sich in der Breite der Jahrringe auch die Einflüsse des Klimas, des Bodens und der Umgebung.

Nach Karmarsch fanden sich auf einem Zoll Holzdicke

bei Eschen	2—14	Ringe
„ Tannen	5—9	„
„ Lärchen	5—20	„
„ Föhren	17—25	„
„ Erlen und Kirschbaum	6—12	„
„ Buchen und Mahagony	6—24	„
„ Eichen	9—21	„
„ Buchs	30—50	„
„ Taxus (Eibe). . . .	20— über 100	Ringe.

Die Ursache der Dichtheit der Ringe im Kern des Baumes ist in der von Aussen nach Innen weiter fortschreitenden Austrocknung der Zellen zu suchen, da sich bekanntlich das Leben des Baumes, also das Steigen des Saftes, auf die äusserste ringförmige Zone von oft relativ geringer Dicke beschränkt. Je mehr der Saft die Zellen verlässt, um so mehr ziehen sich ihre Wände zusammen und schwinden. Die harten Zonen der Ringe sind durch den Stillstand des Baumlebens während des Winters, die weichen durch die Thätigkeit desselben im Sommer hervorgerufen. Langsam wachsende oder auf schlechtem Boden stehende Bäume setzen dünnere Ringe an, als rasch wachsende oder üppig grünende Exemplare.

§. 258. Ausser den Ringen findet man im Holze noch eine andere Erscheinung des Gefüges, die man berücksichtigen muss.

Betrachtet man einen Stammquerschnitt, so sieht man strahlenartig vom Kern nach der Aussenseite hinlaufende Linien, die sich nicht als ganze Radien, wohl aber als Bruchstücke von Radien darstellen. Sie fangen nicht immer im Kern an und reichen auch nicht immer bis zur Peripherie, sondern haben eine geringere Länge. Sie sind das Produkt einer nach Radien sich gestaltenden, die Ringe durch-

schneidenden Sonderung und Gruppirung von Faserbündeln und entstehen jedenfalls erst in einem gewissen Stadium des Zusammentrocknens oder der Kernholzbildung. Ihre Längenausdehnung, parallel der Baumachse, ist auch nur gering, da jeder neue Querschnitt des Baumstammes diese strahlenförmigen Sonderungen auf anderen Radien aufweist.

Spaltet man den Stamm nach einem Radius, so zeigen sich die Sonderungen als besonders harte, glatte Flecken, die zuweilen spiegeln und deshalb auch Spiegel genannt werden. Sie sind in verschiedener Zahl und Entwickelung bei den verschiedensten Holzarten vorhanden und sind auch, abgesehen von der Anzahl, verschieden deutlich sichtbar, d. h. ein verschiedener Procentsatz ist bei den einzelnen Hölzern mit blossem Auge zu entdecken.

Karmarsch, dem wir eine grosse Anzahl solcher Beobachtungen des Holzes verdanken, führt an, dass auf einen Zoll peripherischer Ausdehnungen

bei Linden-, Ahorn-, Birken- und Kirschbaumholz	100—120
„ Apfel-, Eschen- und Mahagonyholz	120—140
„ Tannen-, Fichten- und Weidenholz	130—160
„ Ebenholz (schwarzem)	150—200
„ Birnbaumholz	200—240
„ Roth- und Weissbuchenholz . . .	100—120
„ Eichenholz	150—200

Spiegel sind. Bei dem Buchenholz sind nur 10—15, bei dem Eichenholz nur 5—15 mit blossem Auge zu sehen.

Die Spaltbarkeit des Holzes geschieht am leichtesten nach den Ebenen, in welchen viele und grosse Spiegel liegen, und die Spaltfläche hat ein glattes und glänzendes Aussehen. Das radiale Zerreissen des Holzes geschieht ebenfalls vorzugsweise und am leichtesten nach denselben Ebenen.

Aus diesem Verhalten und dem der Jahre ergiebt sich die grosse Verschiedenheit des Holzes beim Bearbeiten; dagegen weist die chemische Untersuchung eine weit grössere Uebereinstimmung in der Zusammensetzung nach, so dass die organische Bil-

dung des Gefüges im Holze für seine Verwerthung einflussreicher ist, als die chemische Natur der Faser.

Im einzelnen Stück Holz sogar ist das Verhalten bei der Bearbeitung in verschiedenen Richtungen ein verschiedenes, und man spricht von Längenholz (mit dem Span und wider den Span), Querholz und Hirnholz.

Dann unterscheidet man in der Holzbearbeitung glattes, schlichtes Holz vom verwachsenen, maserigen Holz, astiges und astfreies Holz u. s. w.; alles Benennungen, die sich auf organische Struktur gründen.

§. 259. Gewicht des Holzes.

Das spezifische Gewicht der Holzfaser ist im Durchschnitt ziemlich genau 1,5 — doch ordnen sich nach der Schwere die hauptsächlichsten Hölzer folgendermaassen nach Karmarsch's Angaben:

Tannen- und Ahornholz . . .	1,46
Linden-, Birken- und Pappelholz	1,48
Ulmenholz	1,52
Eichen- und Buchenholz . .	1,53
Mahagony	1,68.

Das eigentliche Holz zeigt aber ganz andere Zahlenwerthe, da die Holzfasern in keiner Holzart dicht gruppirt sind, sondern ein mehr oder minder lockeres poröses Gefüge mit grösseren oder geringeren Zwischenräumen bilden. Diese sind mit wasserreichen Pflanzensäften gefüllt, die nach dem Fällen des Holzes allmälig verdunsten und die Zellen mehr oder minder leer und trocken zurücklassen.

In Folge dessen ist nicht allein der Zustand des Gefüges, sondern auch der Zustand der Trockenheit von grösstem Einfluss auf Gewicht und Schwere des Holzes. Wie das Gefüge durch Boden, Klima, Lokalität beeinflusst wird, variirt auch das Gewicht nach diesen Faktoren.

Karmarsch giebt im Technolog. Wörterbuch, II, S. 271 (Wiebe a. a. O., I, S. 15) folgende Tabelle über Gewicht und Schwere der Hölzer, alphabetisch geordnet:

Namen der Holzarten	Specifisches Gewicht				1 Kubikfuss lufttrocken ℔
	grün		lufttrocken		
	Grenzen	Mittel-Werth	Grenzen	Mittel-Werth	
Ahorn . . .	0,843—0,944	0,893	0,612—0,750	0,681	45
Apfelbaum	0,960—1,137	1,048	0,674—0,793	0,733	48
Birke . . .	0,851—0,987	0,919	0,591—0,738	0,664	44
Birnbaum .	—	—	0,646—0,732	0,689	45
Rothbuche	0,852—1,109	0,980	0,590—0,852	0,721	48
Weissbuche	0,939—1,137	1,038	0,728—0,790	0,759	50
Buchsbaum	—	—	0,912—1,031	0,971	64
Ceder . . .	—	—	0,561—0,575	0,568	37
Ebenholz .	—	—	1,187—1,331	1,259	81
Taxus . . .	—	—	0,744—0,807	0,775	51
Eiche . . .	0,885—1,062	0,973	0,650—0,920	0,785	52
Erle	0,809—0,994	0,901	0,423—0,680	0,551	36
Esche . . .	0,778—0,927	0,852	0,540—0,845	0,692	46
Fichte . . .	0,794—0,993	0,893	0,376—0,481	0,428	28
Kiefer . . .	0,811—1,005	0,908	0,463—0,763	0,613	40
Kirschbaum	0,928	0,928	0,577—0,715	0,646	43
Königsholz	—	—	0,980—1,069	1,024	68
Lärche . .	0,694—0,924	0,809	0,473—0,565	0,519	34
Linde . . .	0,710—0,878	0,794	0,439—0,604	0,522	34
Mahagoni .	—	—	0,563—1,063	0,813	54
Nussbaum .	—	—	0,660—0,811	0,735	49
Pappel . . .	0,758—0,956	0,857	0,353—0,591	0,472	31
Pflaumbaum	—	—	0,754—0,872	0,813	54
Porkholz .	—	—	1,263—1,342	1,302	86
Rosskastanie	—	—	0,551—0,610	0,580	38
Tanne . . .	0,894	0,894	0,455—0,746	0,600	40
Ulme . . .	0,878—0,941	0,909	0,568—0,671	0,619	41
Weide . . .	0,715—0,855	0,785	0,392—0,530	0,461	30
Weissdorn	—	—	0,871	0,871	57

§. 260. Wassergehalt des Holzes. Wie bedeutend der Wassergehalt des Holzes dessen Verwendbarkeit beeinflusst, kann man schon aus dem Unterschied der Gewichte für nasses und trocknes Holz,

wie sie in der eben mitgetheilten Tabelle stehen, ersehen. Noch deutlicher aber tritt der Einfluss hervor, wenn man die Volum-Veränderungen des Holzes bei Zu- und Abnahme des Wassergehalts misst; diese Veränderungen bezeichnet man auch mit den Ausdrücken: Quellen und Schwinden des Holzes. Sie sind gerade entgegengesetzt und heben sich in gewisser Beziehung auf, wie Versuche von Karmarsch gezeigt haben. Für die Tischlerei hat vorzugsweise das Schwinden resp. das Maass desselben Wichtigkeit und es erscheint dasselbe abhängig:

a) von der Holzart selbst;
b) von der Geschwindigkeit, mit der das Austrocknen vor sich ging;
c) von dem Grad der Trockenheit;
d) von der Beziehung zur Lage der Fasern.

Die rasche Trocknung, z. B. in sehr trockner Atmosphäre, scheint neben dem Austreiben der Feuchtigkeit auch den Fortgang der Luft aus den Poren des Holzes zu veranlassen, welche sonst, bei langsamem Trocknen davon erfüllt bleiben.

Die Faser des Holzes schwindet in der Länge so wenig, dass man aus manchem gradfaserigen Holz, z. B. gesundem Tannenholz, gute Uhrenpendel fertigt, die nur dem feinsten Compensationspendel nachstehen.

Das Schwinden gegen die Faser ist dagegen viel beträchtlicher und dann wiederum am grössten, wenn ein Stück nach der Richtung der Jahre, nicht nach der Richtung der Spiegel geschnitten ist.

Die folgende Tabelle von Laves (mitgetheilt von Karmarsch in s. mech. Technologie I, S. 641 u. 642) drückt das Schwindmaass des Holzes in den 3 verschiedenen Richtungen nach Procenten aus.

Die betreffenden Versuche wurden mit sehr dünnen Holzstäbchen angestellt, deren Länge zunächst in grünem aber vollkommen mit Wasser durchzogenem Zustand, dann in bei 14—16° längere Zeit getrocknetem Zustand gemessen wurde. Der Unterschied galt als spezifisches Schwindmaass der einen Holzsorte.

Namen der Holzarten.	Grösse des Schwindens für:		
	Längenholz	Querholz i. d. Richtg.	
		d. Spiegel	der Jahrringe
	Procent	Procent	Procent
Ahorn	0,072	3,35	6,59
Apfelbaum	0,109	3,00	7,39
Birke	0,222	3,86	9,30
— (russische) . . .	0,065	7,19	8,17
Birnbaum	0,228	3,94	12,70
Rothbuchen	0,200	5,03	8,06
Weissbuchen	0,400	6,66	10,90
Buchsbaum	0,026	6,02	10,20
Ceder	0,017	1,30	3,38
Ebenholz	0,010	2,13	4,07
Eichen (jung)	0,400	3,90	7,55
— (300 J. altes Bauholz)	0,130	3,13	7,78
— (englisches) . . .	0,140	4,00	9,29
Erlen	0,369	2,91	5,07
Eschen (jung)	0,821	4,05	6,56
— (300 J. altes Bauholz)	0,187	3,84	7,02
Fichte	0,076	2,41	6,18
Föhre	0,120	3,04	5,72
Kirschbaum	0,112	2,85	6,95
Königsholz	0,081	2,91	4,92
Lärchen	0,075	2,17	6,32
Linden	0,208	7,79	11,50
Mahagoni	0,110	1,09	1,79
Nussbaum	0,223	3,53	6,25
Pappel	0,125	2,59	6,40
Pflaumbaum	0,025	2,02	5,22
Porkholz	0,625	5,18	7,50
Rosskastanie	0,088	1,84	5,82
Tannen	0,122	2,91	6,72
— (300 J. altes Bauholz)	0,086	4,82	8,13
Ulmen	0,124	2,94	6,22
Weide	0,697	2,48	7,31
Trauerweide	0,330	2,55	6,91
Weymuthskiefer	0,160	1,80	5,00

§. 261. Aus der richtigen Kenntniss vom Schwinden und Quellen des Holzes ergeben sich die erforderlichen Versuchsmaassregeln bei der Anfertigung genauer Arbeiten in Holz, zu denen doch auch die Modelle gerechnet werden müssen.

Es findet in Folge dieser Bewegungen der Holzmasse nicht allein eine Volum- sondern auch eine Formveränderung der Gegenstände statt, in Folge deren die neue Gestalt der älteren oft nicht einmal geometrisch ähnlich ist.

Es ist von Interesse, das Verziehen aus dem verschiedenen Schwindmaass der einzelnen Lagen im Holz zu erklären.

Theilt man einen Stamm durch Längsschnitt in Bretter oder Bohlen, so kann nur eine derselben durch die Axe des Baumes gehen und in ihrer Mittelebene mit der Durchmesserebene des Stammes zusammenfallen. In den anderen Bohlen sind die Fasern auf beiden Flächenseiten des Brettes verschieden geordnet und hieraus erklärt sich, warum ebene Platten, gleichförmig getrocknet, doch krumm werden müssen und zwar in der Weise, dass sie auf der dem Kern des Baumes zunächst liegenden Seite convex erscheinen. Diese Krümmung ist um so bedeutender, je grösser das Verhältniss der Bohlenbreite zur Stärke ist; deshalb ist es angezeigt, zur Herstellung von grösseren Flächen eine Reihe schmaler Stücke zusammenzuleimen und dabei die Lage der Stücke zu wechseln, in der Art, dass einmal die convexe, einmal die concave Fläche der Jahre nach oben gewendet ist.

Die Hölzer werden, was sich aus dem Schwinden eigentlich von selbst erklärt, in der Längsrichtung weniger krumm als in der Querrichtung, dafür tritt in jener eine andere Art von Gestaltsveränderung ein, die recht unangenehm ist, das Windschiefwerden.

Diese Eigenschaft kommt bei gesundem und gradgewachsenem Kiefern- und Fichtenholz sowie bei Mahagoni am wenigsten vor, worin die Anwendbarkeit dieser Hölzer zur Modellanfertigung begründet sein mag.

Der Grund dafür kann theils in unregelmässiger Krümmung der Fasern, theils in der gewundenen Struktur der meisten Pflanzen gesucht werden, welche man in der botanischen Physiologie als Resultat der Spiraltendenz bezeichnet. Sie kennzeichnet sich äusserlich bereits in den Berstungen der Rinde und in der gegenseitigen Stellung der Astnarben.

Die Mittel gegen das Verziehen und Zerreissen des Holzes fasst Karmarsch in folgenden Punkten zusammen:

1) Möglichst vollkommne Austrocknung in so dünnen Stücken, als es die Verarbeitung überhaupt gestattet.
2) Durchdringen und Ueberziehen des Holzes im verarbeiteten Zustand mit Substanzen, die das Eindringen der Feuchtigkeit hindern.
3) Zweckmässige Wahl der Faserrichtungen in den Holzarbeiten.
4) Rücksicht auf Lage der Spiegel und des Kerns bei der Zertheilung und Ausarbeitung des Holzes.
5) Zusammenbau der Gegenstände aus möglichst kleinen Theilen.
6) Zusammenfügung und Spielraum für das Schwinden, um ein Zerreissen zu verhüten — oder mit mechanischem Widerstand gegen das Werfen.
7) Entfernen des Saftes aus dem Holz durch verschiedene Processe (Auslaugen, Auskochen, Ausdämpfen).

§. 262. Aufbau der Modelle — Verleimen.

Im Bau der Modelle, der Combination, welche man den verschiedenen Faserlagen giebt, liegt der Kern der ganzen Arbeit; alles Andere ist ebenso, oft noch einfacher als bei der Möbeltischlerei, wo u. A. weit mehr äussere Vollendung ist und naturgemäss sein muss.

Obwohl sich Grundsätze nur schwer für ein so complicirtes Getriebe wie das einer Modelltischlerei aufstellen lassen, so kann man doch, was die Kunst

des Aufbauens von Modellen betrifft, Folgendes behaupten:

1) Die Fasern in den der Oberfläche des Modells nächsten Holzschichten müssen in Ebenen liegen, welche der Oberfläche möglichst parallel sind; die Richtung der Fasern muss dabei noch ausserdem parallel der grössten Ausdehnung der Oberfläche oder des Theils der Oberfläche, an dem die Fasern liegen, gehalten werden.

2) Die Fasern des Kerns vom Modell dagegen müssen normal gegen die Fasern der Hülle gerichtet sein, um das Modell nicht zu sehr dem Schwinden auszusetzen.

Natürlich lässt sich das nicht in der ganzen Ausdehnung erreichen, sondern nur bei einfachen Formen; das Gesagte, wie es oben ausgedrückt ist, repräsentirt gewissermaassen das unerreichbare Ideal des Modellbaues.

Man sieht daraus aber immer, wie verfahren werden muss, um gute Modelle zu erhalten. Der Kern wird, wo es angeht, aus sich durchschneidenden Langhölzern gemacht, welche aussen mit normal darauf und parallel zur Oberfläche gelegten Schalen umgeben sind. Da die Holzfasern innerhalb gewisser Grenzen als grade zu betrachten sind, so müssen unter Umständen die Hüllen des Modellbaues aus einer grossen Anzahl Stücke zusammengesezt werden. Diese Stücke müssen um so zahlreicher sein, je mehr das fertige Modell in Folge seiner Form und Dimensionen dem Quellen im Sand und dem Schwinden ausgesetzt ist.

Diese Complikation im Bau der Modelle erlaubt es, verschiedenes Holz zu verwenden und für diejenigen Partien, deren Schwinden möglichst zu vermeiden ist, solche Hölzer zu nehmen, welche nur ein kleines Schwindmaass besitzen. Regeln lassen sich darüber wie über die Zusammensetzung der Modelle nicht geben; die folgenden Beispiele dienen dazu, die Sache zu erläutern.

§. 263. Modelle für den Herdguss.

Modelle, welche im Herd abgeformt werden sollen, müssen eine gewisse Festigkeit besitzen, um in den Sand durch Hammerschläge eingetrieben zu werden. Diese Fähigkeit wird ihnen, ausser durch sorgfältigen Zusammenbau, durch passende Verstrebungen gegeben.

Häufig verstärkt man auch die Körper der Modelle in der Richtung der Vertikalen, also der Höhe (das Modell in der Lage des Einformens gedacht) und formt es natürlich nur bis zu einem gewissen Niveau ein.

Wenn eine grosse Platte, sei sie nun genau vierseitig und voll, sei sie im Umriss complicirt und mit Oeffnungen von beliebiger Form versehen, im Modell für den Herdguss dargestellt wird, so ist es dringend erforderlich, sie auf der Rückseite zu verstreben, indem man, gewöhnlich den Diagonalen der Rechtecke folgend, oder wenigstens der quer gegen die Faserlage der Bretter, aus denen das Modell besteht, sich kehrenden Richtung — Leisten von $1^1/_2$—2 Zoll Stärke und 3—5 Zoll Höhe aufsetzt, die man auch als Handhaben benutzen kann.

Bei Rahmen oder Gittern, z. B. Fenstern aller Art macht man die Stäbe selbst etwas höher und legt auf die Rückseite desselben gekreuzte Leisten, welche die einzelnen Theile der äusseren Anschlagleiste oder der Zarge mit einander fest verbinden und das ganze Modell vor dem Verbiegen schützen.

Die Modelle für den Herdguss erfordern im allgemeinen ein etwas reichlicheres Schwindmaass, da der Herdsand loser gestampft werden kann als der in den Kasten und der Guss sich langsamer abkühlt. Eine Seite desselben verliert zwar ihre Wärme nach aussen hin, aber man wartet bekanntlich kaum das Erstarren der Gussoberfläche ab, um dieselbe mit Sand zu bewerfen und das Abkühlen möglichst zu verzögern.

Um wieviel hier von dem gewöhnlichen Schwindmaass abgewichen werden muss, kann in jedem spe-

ziellen Fall ermittelt werden, da Beschaffenheit des Eisens und des Sandes fast gleich stark influiren.

Beschreibungen im Hinweis auf Abbildungen von Herdgussmodellen finden sich bei der Besprechung des Herdgusses selbst, wo die hauptsächlichsten Gattungen desselben erwähnt werden.

§. 264. Einfache Modelle für den zweitheiligen Kastenguss.

Im zweitheiligen Kasten — oder auf dem Herd mit darauf gelegtem Oberkasten — werden eine Menge von Gegenständen hergestellt, einfacher und complicirter Natur.

Als Gegenstände einfacher Natur kann man alle die bezeichnen, welche im Modell nicht getheilt zu werden brauchen und welche keiner Kerne d. h. besonders aus fettem Sand darzustellender und in die Sandform einzulegender Formstücke bedürfen.

Als solche einfache Gegenstände kann man zunächst ansehen:

Glatte Platten und Schienen, mit Falzen und ohne dieselben, mit Oeffnungen oder ohne dieselben.

Durchbrochene und verzierte Platten, Luftgitter, ebene Treppentheile, Umwährungs-Gitter u. s. w., Roststäbe und ganze Ofenroste.

Einfache Maschinentheile, Gleitschienen, Platten und Anker ohne Kerne, Lagerfutter, soweit dieselben aus Gusseisen gemacht werden u. s. w.

Alle diese Gegenstände müssen im Modell nach allen Seiten hin eine vollendete Oberfläche zeigen und dürfen also keine Verstrebungen erhalten, die nicht zum Objekt an sich gehören. Es muss deshalb der Bau dieser Modelle so geschehen, dass dieselben ihre Form beim Gebrauch nicht alteriren. Dinge dieser Art, die sehr häufig vorkommen, also Falz- und Ofenplatten, Ofenschienen und Roste, Thüren und Zargen zu Kachelöfen werden meist nach Metallmodellen geformt, die für glatte Dinge aus Gusseisen, für verzierte oft aus Bronce oder Messing be-

stehen. Ein mit Doppelschwindmaass versehenes genaues Holzmodell wird in dem betreffenden Material mehrfach sauber nachgegossen, der Guss leicht bearbeitet und als Formmodell in die Arbeit gegeben. Es fällt deshalb vielfach die Modellanfertigung für solche Dinge in die Rubriken ee) und ff) und lediglich das Hauptmodell wird in Holz dargestellt.

Regel bei dem Bau dieser Modelle ist, die Grundform des Gegenstandes aus einem besonderen Stücke zu machen und die Verstärkungen dieses Grundprofils besonders aufzusetzen.

Fig. 1 der Tafel IX. giebt die Darstellung eines Roststabes mit Kopf und einem Anlegestücke in der Mitte seiner Länge.

Fig. 2 zeigt die Verbindung von Roststäben mit einem Rahmen zu einem sogenannten Tafelrost, wie er in die Feuerungen der Zimmer- und Küchenöfen gelegt wird.

Die Stäbe sind an den Enden in den Körper des Rahmens eingelassen; diese Vorsichtsmaassregel, die mehr Zeit erfordert, ist unnütz, wenn man das Modell nur ein paar Mal zur Darstellung von eisernen Formmodellen benutzt. Dann stösst man Rahmen und Stabenden stumpf zusammen und nagelt höchstens die letzteren fest, nachdem sie verleimt sind.

Fig. 3 derselben Tafel stellt dar, wie man den Rahmen und die Stücke eines Belaggitters verbindet und verleimt.

Wie man bei Scheiben und ähnlichen Körpern zu verfahren hat, wenn sie rund bleiben sollen, zeigt Fig. 4, das Modell einer Beschwerungsscheibe für einen Sicherheitsventilkasten. Allerdings dreht man solche Dinge gewöhnlich aus einem Bohlenstück heraus, ohne sich die Mühe der Zusammensetzung zu geben. Richtiger aber ist der angegebene Aufbau, dem wir in weiterer Vollendung bei den Rädermodellen begegnen werden.

§. 265. Complicirte Modelle für den zweitheiligen Kastenguss zum Theil mit kleinen Kernen.

Wenn die Gestalt eines Körpers so beschaffen ist,

dass derselbe zum Theil im Oberkasten und zum Theil im Unterkasten eingeformt werden muss und wenn dabei der im Oberkasten liegende Theil zu stark ist, um das Abheben der Formhälfte ohne Beschädigung der Form zu gestatten, so theilt man das Modell in der Trennungsebene der beiden Kastenhälften.

In solcher Weise werden z. B. Lagerständer, so weit man dieselben in gewöhnlichem Sande giesst, modellirt, ebenso eine Reihe andrer Maschinentheile, welche aufzuzählen zu weit führen würde.

Auf Taf. IX sind unter Fig. 5, 6, 7, 8 solche Theile dargestellt, bei denen die Trennungslinie punktirt ist. Der eigentliche Zusammenbau solcher Modelle ist ohne Regel; jeder einzelne Fall erfordert besondere Vorsichtsmaassregeln, die aber bei derartigen meist massigen Stücken nicht so schwer aufzufinden sind als bei grossen Oberflächen, hinter denen wenig Substanz liegt.

Das Verfahren bei der Anfertigung solcher getheilten Modelle ist stets dasselbe; wenn das Holz sorgfältig mit einander verleimt ist, wird der Gegenstand bearbeitet, bis seine Form deutlich erkennbar hervortritt. Dann schneidet man das Modell entzwei nach den vom Former ausgesprochenen Wünschen und bearbeitet die Schnittflächen möglichst genau, leimt dann die getrennten Theile mit Papiereinlagen aneinander und vollendet das Modell. — Später sprengt man die Hälften auseinander, was wegen des zwischengeleimten Papiers gut geht und reinigt die Schnittflächen, versieht sie (was auch vorher geschehen kann) mit Zapfen und Löchern und giebt sie zum Anstrich und zum Firnissen.

Natürlich kann man in einzelnen Fällen, wie z. B. bei dem Fig. 5 Taf. IX abgebildeten Lager die Trennungsfläche in beiden Hälften des Modells separat bearbeiten, da sie gewissermaassen nur die Fortsetzung eines Theils der Oberfläche des Modells ist.

Besonders kommt das Verleimen der roh bearbeiteten Modellhälften bei allen Gegenständen vor,

deren Theilungsebene senkrecht auf die Hauptaussenfläche gerichtet ist, z. B. bei einigen prismatischen, allen cylindrischen und kugelförmigen Körpern.

§. 266. Räder.

Zu dieser Klasse von Körpern gehören ausser den verzahnten Rädern aller Art, also den Stirn-, Kamm- und konischen Rädern, ferner den Sperr- und Kettenrädern die Seilscheiben, Riemscheiben, die Schwungräder, Stellräder und schliesslich die Räder für Fuhrwerke aller Art.

Hierbei begegnet man schon grösserer Sorgfalt in der Darstellung der Modelle, denn

einmal sind Rädermodelle stets theuer und müssen deshalb wiederholt gebraucht werden können,

dann müssen sie genau und in den Abmessungen richtig hergestellt werden und bleiben,

endlich erfordert die Construktion derselben oft eine mehrfache Theilung des Modells, die seine Solidität leicht gefährdet, wenn durch sorgfältigen Bau nicht dagegen vorgebeugt wurde.

Aus all diesen Gründen sucht man beim Aufbau der Rädermodelle die Holzfasern so zu legen, dass die wichtigsten Flächen durch Schwinden nicht alterirt werden können.

Man sucht, wie schon Salzenberg in seinen Vorträgen über Maschinenbau 1842 angiebt, verschiedene Holzlagen durch Leim mit einander zu verbinden. Kränze kleiner Räder kann man dadurch herstellen, dass man Fournierholz in mehreren Dicken übereinander leimt und darauf dann die Zähne leimt oder nagelt, deren Faserrichtung aus anderen Gründen wieder eine andere ist.

Wenn die Kränze zu stark sind oder Fournierholz schwer zu haben ist, schneidet man aus Brettern bogenförmige Stücke heraus, deren Sehne mit der Faserrichtung zusammenfällt und deren Länge sich nach dem Radius richtet. Diese Bogen oder Felgenstücke werden in mehreren Lagen mit verwechselten Fugen auf und nebeneinander geleimt, bis die Kranzbreite erreicht ist. Vgl. Fig. 9 der Taf. IX.

Ebenso verfährt man auch bei konischen Rädern wie die Fig. 10 andeutet.

Die Kränze der Stirnräder, konischen und Kammräder werden nicht getheilt — wogegen die der Riemscheiben, Rollen und Schnurräder getheilt werden müssen, die ersteren wegen der Breite und geringen Stärke ihrer Kränze und der Stellung der Arme genau in der Mittelebene des ganzen Rades — die beiden letzteren wegen der Concavität der äusseren peripherischen Fläche.

§. 267. Die Zähne der Räder stellt man gewöhnlich aus langen Stäben dar, welche genau durch eine das Zahnprofil enthaltende Chablone gehen müssen und dann in Stücke zerschnitten werden, die der Breite des Zahnkranzes entsprechen. Die Befestigung auf demselben geschieht entweder durch einfaches Aufleimen oder durch Einschieben mittelst schwalbenschwanzförmiger Ansätze in entsprechende Nuthen des Kranzes.

Beide Befestigungsarten sind nicht praktisch, aber von der Anwendung der freien Handarbeit auf die Zahnmodellirung nicht gut zu trennen, da man unmöglich in dem Kranz des Rades die Zähne ausstechen kann, ohne sich der Fraismaschinen mit Theilvorrichtung zu bedienen.

Das Festnageln der Zähne auf den Radkranz, welches Salzenberg auch erwähnt, ist aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil beim Einschlagen der Nägel oder Anziehen der Schrauben die äussere Zahnperipherie auf jeden Fall leidet und in der Form des Zahns sich dann Unsauberkeiten bilden müssen.

Bei der Anwendung von Räder-, Theil- und Schneidemaschinen, über welche Wiebe (Maschinenbaumaterialien, Bd. II, S. 450—461) ausführlich berichtet, leimt man auf den aus Felgenstücken hergestellten Radkranz eine die Zahnhöhe an Dicke übertreffende Schicht von glattem event. hartem Holz, die Fasern parallel der Zahnbreite und den Zahnkanten aus vielen schmalen Stücken bestehend auf und dreht diese Schicht auf der Drehbank bis fast auf

die Zahnhöhe ab, spannt das Rad auf die Theilscheibe und theilt es zunächst ein.

Ist dieses nach einer der verschiedenen Methoden geschehen, so fraist man mittelst einer passenden Fraise die Zahnintervalle heraus; wenn viel Zahnräder fabricirt werden sollen, muss man ein grosses Sortiment von Fraisen haben oder man ist gezwungen die Intervalle nachzuarbeiten, was den ganzen Vortheil der mechanischen Darstellung aufhebt.

Diese Umständlichkeit der Zahnräderfabrikation hat hauptsächlich darauf geführt — das Prinzip der mechanischen Darstellung direkt auf die Förmerei von Rädern anzuwenden und die Räderformmaschinen zu bauen, die sich allmälig einbürgern.

§. 268. Die Arme der Räder und die Naben sind theils fest, theils abnehmbar; es richtet sich die desfallsige Bestimmung nach dem Bau des ganzen Rades und nach der Formmethode, die zur Anwendung kommen muss.

Bei symmetrisch gebauten Rädern, also den meisten Stirnrädern, Schwungrädern, Riem- und Seilscheiben, erhalten die Arme regelmässige Querschnitte, also ovale, runde, kreuzförmige Querschnitte, deren Hauptsymmetrieebene immer mit der des Rades zusammenfällt.

Diese Symmetrieebene bildet für alle ovale und runde Armprofile die Theilungsebene der Formhälften und ist bei den kreisförmigen Armen derselben parallel; denn die in der Form wagrecht liegenden Rippen des Kreuzprofils fallen vollständig in den Unterkasten und die Theilungsebene beider Formhälften coïncidirt mit der oberen Fläche jener Rippen.

Man theilt die runden und ovalen Armmodelle nicht, wohl aber löst man die oberen Theile des kreuzförmigen Querschnittes ab, und hebt ihn mit dem Oberkasten ab, aus dem er später besonders entfernt wird. Dasselbe geschieht bei einseitigen oder unsymmetrischen Rädern mit T-förmigen Armquerschnitten, deren normal auf die Radachse gerichteter

Theil in den Unterkasten kommt, während der andere sich abheben lassen muss. Bei Winkelrädern, wo die Zahnarbeitsflächen in den Unterkasten müssen, d. h. beim Guss dichter werden sollen, liegt die betreffende Hälfte des T-profils immer an der Zahnspitze, während die lösbare Hälfte die Rückseite des Kranzes stützen muss.

Die Holzfaser läuft bei den Armen natürlich radial — und verhindert das Zusammengehen des Kranzes, der sich allerdings dadurch im Gefüge lockern kann.

Die Naben werden den Armtheilungen entsprechend abnehmbar gebildet und es gilt für ihren Aufbau das im folgenden Paragraph über cylindrische Modelle Gesagte.

§. 269. Cylindrische Körper, massiv oder hohl, folgen beim Aufbau ganz anderen Dispositionen als die ebenfalls cylindrischen Räderkränze. Der Unterschied beruht darin, dass das Verhältniss der Cylinderachse zum Durchmesser ein andres ist und dass bei den Dampf- und Pumpencylindern, mehr noch bei Wellen und Walzen die Länge gegen den Durchmesser dominirt.

Die Modelle dieser Gegenstände müssen vor allem hinreichend stark sein, um während des bei horizontaler Lage geschehenden Einformens grade zu bleiben. Da man aber nicht daran denken kann, über einen bestimmten Durchmesser hinaus massive Modelle zu machen, so muss man ein verständig combinirtes Geripp bauen, das mit einer später glatt abgedrehten Schale von Holz bekleidet wird.

Ein solches Geripp besteht aus mehreren 3—6 Zoll starken Scheiben von recht festem Holz, die eine Schale von schmalen aber dicken Brettstücken in bestimmten Zwischenräumen tragen und dadurch verbunden werden. Gut ist es, wenn die Flächen der Jahrringe möglichst mit der Peripherie des Modells zusammenfallen, wenigstens, wenn sie ihnen ziemlich tangential bleiben, weil, da die Langfaser der Cylinderachse parallel laufen muss, so die möglichst geringe peri-

pherische Schwindung stattfindet. Giessereien, welche viel derartige Modelle produciren, müssen sich die unter den Schalbrettern liegenden Bretter von starken Bäumen zu dem Behuf reserviren und in die passenden Stäbe zerschnitten aufbewahren. Dann steht ein hinlänglich trocknes Material zu Gebote und man wird Modelle haben, die nicht nach kurzer Zeit schon offne Längsfugen zeigen, weil die einzelnen Stücke der Aussenschale geschwunden sind und sich von einander abgezogen haben.

Vorspringende Theile an cylindrischen Körpern, z. B. Flanschen an Dampf- und Pumpencylindern, an weiten Rohrleitungsstücken, Schieberkasten, soweit sie angegossen sind, müssen ihrer Form entsprechend aufgebaut und an die Grundgestalt des ganzen Gegenstandes angesetzt werden.

Die Theilungsebene geht durch die Achse des Cylinders und fällt, wenn der Cylinder nur an einer oder an zwei einander gegenüber liegenden Seiten Ansätze hat, mit der Hauptsymmetrieebene zusammen. Sind mehrere Ansätze vorhanden, namentlich solche, die zu einander rechtwinklig stehen, z. B. Dampfleitungsrohrstützen, so müssen dieselben zum Theil abnehmbar sein, sofern sie nicht durch die Theilungsebene zerschnitten werden.

Erreichen indess solche complicirte Maschinentheile grössern Umfang und kommen sie nicht allzuhäufig vor, so ist es besser, sie in Lehm zu formen.

§. 270. Rohrmodelle.

Eine besonders umfangreiche Gruppe der cylindrischen Gestalten bilden die Rohre, die seit 15 Jahren etwa, seit der sich mehr und mehr verbreitenden Anlage von Gasanstalten, einen Hauptartikel sämmtlicher Giessereien ausmachen, ja von einigen derselben sogar ausschliesslich in grossen Quantitäten geliefert werden.

Man unterscheidet hierbei wieder mehrere Gruppen:

Gerade currente Rohrformen für die Leitungen der öffentlichen Gas- und Wasseranlagen — meist mit Muffenverbindung construirt.

Gerade aber nichtcurrente Rohrformen für Dampfleitungen und für Wasserleitungen von nicht öffentlichem Charakter dienend — theils mit Muffen- theils mit Flanschenverbindung construirt.

Gekrümmte Formen und Façonröhren aller Art, zur Completirung der beiden vorerwähnten Gruppen oft unentbehrlich, doch in der Darstellung selbst von ihnen abweichend.

Die Modelle zur ersten Gruppe werden jetzt in den Dimensionen bis zu 4 Zoll nur noch als Hauptmodelle in Holz gefertigt; nach denselben werden eiserne Modelle gegossen und sauber abgedreht, die dann als Formmodelle dienen.

Die Modelle zu den über 4 Zoll messenden Rohren und die Modelle der beiden anderen Gruppen macht man immer noch in Holz, theils weil metallene Modelle zu schwer sein würden, theils weil es sich oftmals um wenig zahlreiche Abgüsse handelt.

Der Aufbau von Rohrmodellen in Holz setzt eine Theilung nach einer durch die Rohrachse in ihrer ganzen Länge gehenden Ebene voraus; diese Theilungsfläche wird in den beiden Hälften durch eine ausreichend starke Unterlage getragen, sobald das Rohr nicht sehr bedeutenden über 12 Zoll gehenden Durchmesser hat.

Man leimt den Rohrkörper entweder aus massiven Streifen von so grosser Länge als möglich zusammen oder giebt innerhalb an mehreren Stellen und in ziemlich gleichen Abständen scheibenförmige Zwischenstücke, den Gliederungen des Schilfrohrs ähnlich. Nach rohem Abdrehen werden die Hälften aufeinander gepasst und mit Papier verleimt, dann das Modell fertig abgedreht und vollendet.

Façons werden natürlich ebenfalls so aufgebaut, dass die äusseren Holzfasern des Modells der Oberfläche desselben und der Achse parellel laufen, während bei hinreichendem Durchmesser scheibenförmige Einlagen vorhanden sind, welche die Schale tragen.

Stützen, Seitenarme u. s. w. werden ebenfalls getheilt — Flanschen müssen abnehmbar sein —

die Kernmarken müssen hinreichend lang sein, um eine sichere Auflage zu gewähren. Bei der Beschreibung der Formmethoden findet sich noch Gelegenheit und Veranlassung genug, das hier Mitgetheilte zu completiren.

§. 271. Disposition und Einrichtung der Modelltischlereien.

Die Modelltischlereien, welche in früherer Zeit sich in Nichts von einer andern grössern Tischlerei unterschieden, haben seit der Verbreitung der Holzbearbeitungsmaschinen eine durchaus veränderte Physiognomie erhalten. Während eine Anzahl Hobelbänke und eine resp. zwei Drehbänke für eine Giesserei mittleren Ranges vollkommen ausreichten und alle Betriebsvorrichtungen der Modellfabrikation repräsentirten, während gleichzeitig keine andere Kraft angewandt wurde als die der Arbeiter, selbst zu den gröbsten und schwersten Arbeiten — hat man jetzt die Maschinenarbeit und die mechanische Bewegung möglichst ausgedehnt und die Handleistungen auf die Arbeiten des Zusammenbaues und der Vollendung zu beschränken gesucht.

Man benutzt zum Vorschneiden der Bretter entweder eine Cirkularsäge oder, falls es sich um nicht grade Umrisse handelt, eine Bandsäge, von welchen je eine gennügt, die Arbeiter einer grossen Modelltischlerei mit vorgeschnittenem Holz zu versehen. Ausserdem wendet man, falls die erforderlicke Krafttransmission vorhanden ist und viele grobe Maschinentheile vorkommen, eine Hobelmaschine an mit zwei oder vier Messern, die verstellbar — glatte Bretter von beliebiger Stärke liefert.

Doch kommt dieser Mechanismus noch seltner vor und man lässt die Bretter lieber durch Arbeiter vorhobeln.

Die Drehbänke müssen in ausreichender Zahl vorhanden sein, um gleichzeitig Stücke von verschiedenen Dimensionen herzustellen; man wird also eine Drehbank für lange Rohre und Cylinder, eine andere für Gegenstände von sehr grossem Duchmesser und eine dritte für kleinere Dinge besitzen müssen. Die

letzte gewöhnlichere Sorte kann unter Umständen in der Zahl verdoppelt werden, da sie am häufigsten angewandt wird.

Fraismaschinen kommen weniger oft vor und kann man die dadurch bewirkte Arbeit auch auf Drehbänken ausführen, die mit einem besonderen Tisch zur Führung des Gegenstandes, der gefraist werden soll, versehen werden.

Die Construktionsprincipien, Transmissionsverhältnisse und andere Eigenschaften der genannten Maschinen für den Tischlereibetrieb sind hier nicht weiter zu erwähnen; es genügt, bei der Bestellung solcher Maschinen in renommirten Fabriken die Grössengrenzen der zu bearbeitenden Objekte anzugeben und die vorzugsweise angewandte Holzart.

Die übrigen Vorrichtungen bestehen lediglich aus Hobelbänken, deren Construktion von der anderweitig angewandten sich nicht unterscheidet — deren Haupteigenschaften aber feste Bauart und hinreichende Grösse sein müssen. Die letztere übertrifft die der gewöhnlichen Tischlerbänke um 1—1½ Fuss in der Länge, ½—1 Fuss in der Breite.

§. 272. Wichtiger als etwaige Details über Holzbearbeitungsmaschinen sind Notizen über Anlage und Disposition der Modelltischlereien. Es sind hierbei eine Menge Punkte zu berücksichtigen, welche alle dazu beitragen können, den Betrieb der Tischlerei und dabei den der Giesserei entweder zu erschweren oder zu erleichtern. Der Zeitaufwand des Hin- und Hertransportes der Modelle, die Controle in den Modellmagazinen hängen häufig von der Disposition und der Leistungsfähigkeit der Modelltischlereien ab.

Ein schlechter Tischlermeister leistet allerdings auch in der bequemsten Werkstatt Nichts, aber ein ordentlicher Tischlermeister kann in einer übeleingerichteten Werkstatt vollkommen zu Grunde gehen. Es klingt das übertrieben, aber entspricht durchaus der Wirklichkeit und den Durchschnittsverhältnissen.

Wie bei allen Zweigen der Fabrikation ist auch hier die Arbeitstheilung eine der Hauptbedingungen der vollkommensten Ausnutzung aller Vorrichtungen und Mittel. Die Arbeitstheilung bedingt aber ihrerseits wiederum einen gewissen Raum zur Disposition des Arbeiters und eine dadurch erst mögliche Entlastung des Arbeiters von Nebenfunktionen, die für die ganze Werkstatt von besonderen Faktoren verrichtet werden können.

Dahin gehören z. B. der Transport der Bretter, das Verleimen grosser Massen, das Poliren und Vollenden der Modelle, das Abhobeln der Reissbretter u. s. f.

Wo der Arbeiter dieses bei jeder Arbeit zu verrichten hat, wird die eigentliche Arbeit mehr oder minder benachtheiligt und gestört; der Tischler soll seine Geschicklichkeit hauptsächlich dem Aufbau der Modelle aus sorgsam ausgesuchten und dazu in verschiedener Form zugeschnitten aufbewahrten, vorräthigen Hölzern widmen, dieselben unter seiner Aufsicht verleimen lassen und dann den Modellkörper bis zur Vollendung ausarbeiten, die Theilung bewerkstelligen. Wenn dies geschehen ist, nimmt ihm der Tischlermeister das Modell nach der Zeichnung ab und giebt es dem mit dem Poliren, Lackiren oder Anstreichen beauftragten Arbeiter, der am besten ein alter gedienter aber zum wirklichen scharfen Arbeiten nicht mehr hinreichend kräftiger Tischler sein kann.

Die Lehrburschen werden zunächst mit Vorrichten, Schneiden und Verleimen beschäftigt, auch giebt man ihnen zweckmässig kleine Modelle zu machen, die aus einem Stück bestehen und keine Eile haben, um sie nach und nach in die selbständige Arbeit einzuführen.

§. 273. Die Lage der Modelltischlerei auf einem Werk richtet sich ganz nach dem Charakter der Hauptarbeiten. — Bei Giessereien für Maschinenfabriken ist es zweckmässig, die Tischlerei neben den Construirsaal zu legen und diesen durch eine Wand zu theilen in die Abtheilungen für die eigentlichen Construk-

teure und die für die Anfertigung der Werkszeichnungen. Neben dem letzteren ist der Raum für den Modelltischlermeister freizuhalten, wo das Aufreissen der Modelle auf grosse Bretter geschehen muss; dieser Raum kann nur durch Glaswände abgeschlossen sein, damit er die Uebersicht der ganzen Werkstätte ermöglicht. In dem eigentlichen Arbeitsraum besetzt man alle hellen Plätze, also zunächst den Fenstern, mit Hobelbänken und den Drehbänken, wobei die letzten der zur Disposition stehenden Transmission entsprechend placirt werden müssen. Die dunkleren Stellen des Raums besetzt man mit den Sägemaschinen und stellt event. noch einige Hobelbänke auf, welche zum Vorrichten dienen müssen.

An der Wand, welche die Anlage von Schornsteinen gestattet, bringt man die Leimküche an, wobei man sich vortheilhaft des Dampfes bedient und direkte Feuerung vermeidet, nicht allein der Feuersgefahr wegen, sondern auch zur besseren Conservation des Leims, der bekanntlich nicht kochen darf.

Der Raum zur Aufbewahrung der Bretter ist möglichst neben die Tischlerei zu legen und auch der Modellboden muss in leichter Verbindung mit der Tischlerei sein, um unnützen Transport zu sparen. Am besten liegt der letztere zwischen Modelltischlerei und Hütte, so dass die Aufsicht der Tischlerei und des Modellbodens in einer Person vereinigt werden können und dass bei der geringsten Reparaturbedürftigkeit eines eben gebrauchten Modells dasselbe sofort in die Tischlerei wandert, ausgebessert und dem Modellmeister übergeben wird.

Die Modelltischlerei muss einen besonderen Eingang für die Arbeiter haben, der leicht zu übersehen ist und ausserdem ein hinreichend grosses Thor, um die grössten Modelle herein- und hinausschaffen zu können.

Dass der Aus- und Eingang unter die Controle des Hauptportiers vom Hüttenwerke fällt, ist natürlich selbstverständlich.

Die Heizung der Modelltischlerei ist der Feuersgefahr wegen besonders schwierig. Luftheizung anzu-

wenden ist nicht immer möglich und oft zu kostspielig — ebenso Heisswasserheizung. Für Werkstätten, die in der Nähe von Maschinen liegen, ist Dampfheizung in allen Fällen vorzuziehen, sobald man ausserdem bedacht ist, die Tischlerei hoch zu legen und über einen Arbeitsraum, z. B. die Drehwerkstatt oder die Schlosserei.

Muss mit Oefen geheizt werden, so empfehlen sich die Füll- oder Schüttöfen grösserer Dimension, weil sie nicht alle Augenblicke geschürt zu werden brauchen und doch mehr Wärme verbreiten als steinerne oder Kachelöfen.

§. 274. Die Grösse der Modelltischlerwerkstätte ist schwer in ihrer Abhängigkeit vom Umfang des ganzen Werkes, seiner Produktionssumme und der Arbeiterzahl zu bestimmen. Sie richtet sich nach den Specialitäten des Werkes, der Erforderniss grosser und kleiner Modelle — sowie der Ausdehnung, welche die Lehmformerei und andere modellersparende Chablonenarbeiten in der Werkspraxis erhalten haben.

Indessen reichen für den Dienst einer ziemlich grossen Giesserei mit 100,000 Ctr. der verschiedenartigsten Produkte 25 Tischler bequem aus; gewisse Formartikel und Specialitäten können auch noch gesteigert werden, ohne die Zahl der Tischler vermehren zu müssen.

Es ist bei obiger Voraussetzung angenommen worden, dass ca. 20 % der Produktion in neuem Maschinenguss, 20 % in Röhren-, 20 % in Poterie- und Currentguss, 20 % in Platten und verwandten Gegenständen, endlich 20 % in schwerem Lehmguss u. s. w. bestehen. Es sind also nur 40 %, die vorzugsweise die Modelltischlerei in Anspruch nehmen, während 60 % vorwiegend nach metallnen Formmodellen dargestellt werden.

Man wird bei der Anlage einer umfänglichen Giesserei gut thun, die Tischlerei zur Aufnahme von 25 Tischlern einzurichten d. h. für einen Raum zu sorgen, der es gestattet 25 Bänke, ausserdem noch 3 Drehbänke und 2 Sägen aufzustellen.

Wie viel sich dann an Raum herausrechnet ist schwer, im Allgemeinen zu sagen, da die Beleuchtungsfrage mitspricht und jeder Fall sich anders gestaltet. Nimmt man an, dass für jede Hobelbank etwa 100 Quadratfuss Raum (den Arbeiterplatz und die Communikation eingeschlossen) nothwendig sind, so würde man für die 25 Bänke einen Raum von 2500 brauchen. Dazu für die Sägen und die Drehbänke noch 1000 Quadratfuss, geben 3500 Quadratfuss, welche einer Breite von 50 Fuss und einer Länge von 70 Fuss oder einer Breite von 40 Fuss und einer Länge von 87,5 Fuss entsprächen. Ein Raum von 40 Fuss Breite und 100 Fuss Länge, an beiden Langseiten beleuchtet, würde genügen, um 25 Tischler nebst dem Tischlermeister unterzubringen.*)

In der Mitte bringt man die Sägen an und die beiden grossen Drehbänke, während die kleinere Drehbank am Fenster stehen muss. Um die Sägen herum stapelt man das vorgeschnittene Holz auf und an der Decke kann man auf Hängewerken eine Partie ungeschnittener Bretter im Vorrath halten.

Ist ein Bodenraum über der Werkstatt, so dient dieser als Holzmagazin für den unmittelbaren Bedarf, während das angekaufte Material besser und praktischer im Freien, doch unter Deck gelagert wird.

*) Wiebe (Maschinenbaumaterialien u. s. w. 1. Band 2. Abth. S. 448) rechnet für jede Hobelbank, die man in einer Modellwerkstatt aufstellen will:

1) Werkplatz für die Hobelbank mit dem Raum für die Werkzeuge	20—24	□Fuss
2) Raum für Hilfsmaschinen	6— 8	„
3) Raum zum Verleimen grösserer Gegenstände. und zur Leimküche	12—15	„
4) Raum für Schleifsteine u. s. w.	2— 3	„
Zusammen	40—50	□Fuss.

Eine Modelltischlerei von 6 Hobelbänken würde hiernach 240—300 □Fuss Raum erfordern, also 20 Fuss lang und 12—15 Fuss breit sein müssen, um die nöthige Räumlichkeit zu gewähren.

Diese Feststellung dürfte dem Minimum, die oben gegebene dem Maximum an erforderlichem Raum entsprechen.

§. 275. Aufbewahrung der Holzmodelle.

Eine der wichtigsten und wegen der leichten Zerstörbarkeit des Materials auch ernstesten Fragen ist die der Aufbewahrung von gebrauchten Holzmodellen, die Einrichtung der Modellböden und die Verwaltung des darin niedergelegten oft riesigen Kapitals.

Es machen sich erst in neuester Zeit verständige Grundsätze bei der Ordnung dieser Angelegenheit geltend, während in früherer Zeit durchaus ohne allen Plan verfahren worden ist. Man pakte die gebrauchten Modelle auf die disponiblen Bodenräume der nicht gerade feuersgefährlichen Betriebslokalitäten und hatte oft an sechs und mehr verschiedenen Stellen des Werks Modelle liegen, in welchen nur ein Mensch, der Modellmeister Bescheid wusste und auch nur in dem Fall, wo die betreffende Person ein gutes Gedächtniss besass. Nach und nach, wenn der Vorrath wuchs, meist aber zu spät, versuchte man auf solchen Werken zusammenhängende Räume disponibel zu machen und Ordnung in die Sache zu bringen; trotzdem blieb aber immer ein namhafter Theil des Vorraths, weil nicht mehr gekannt, werthlos. Man machte neue Modelle, wenn es genügt hätte, an einem vorhandenen Modell einige kleine Veränderungen vorzunehmen; man wusste von dem Modell nichts, weil es in irgend einem Winkel des Modellbodens verkramt und vergraben lag.

Die Hilfe gegen solche Zustände besteht einzig und allein in einer möglichst erleichterten Uebersichtlichkeit der Aufstellung, einer ganz genauen, mit Skizzen versehenen Katalogisirung der Modelle und einer steten Controle.

Damit ist zu verbinden ein Ausschiessen und Aussondern aller Modelle von nicht genauer Bezeichnung, nachdem sie Jahre hindurch nicht gebraucht worden sind. Im Modellbuch ist deswegen die jedesmalige Uebernahme durch die Giesserei und die Rückgabe zu verzeichnen, um leicht den Grad der Gebräuchlichkeit eines Objekts beurtheilen zu können.

§. 276. Die Katalogisirung geht in zweierlei Weise zu bewirken:

einmal nach den Namen der Besteller und bleibenden Eigenthümer, welche entweder die Modelle eingesandt haben, oder welche durch Bezahlung der Modellkosten ein Eigenthumsrecht an den Modellen erworben haben;

dann nach der Bezeichnung, die im Leben für die betreffenden Dinge geläufig ist.

Es brauchen dazu nicht zwei complete Kataloge in der Art neben einander geführt zu werden, dass alle Objekte in Beiden vorkommen; sondern es ist besser, alle Modelle in zwei Gruppen zu scheiden und für jede einen durchaus alphabetisch gehaltenen Katalog zu führen. Der eine enthält nur Bestellernamen, und dahinter die zusammengehörenden Theile der Bestellungen — der andere dagegen führt maschinell-technische Bezeichnungen der Gegenstände mit Skizzen und Dimensionsangaben.

Der erste Katalog kann auch für anderweitige Verwendung der Modelle brauchbar gemacht werden, indem man demselben eine Art Repertorium anhängt, welches hinter ähnlichen Bezeichnungen wie im zweiten Katalog die Seiten nachweist, wo unter den Bestellungsgruppen bestimmte Sorten von Gegenständen zu finden sind.

Der Modellmeister trägt die Modelle in die Verzeichnisse ein, sobald er sie aus der Giesserei erhält; sind sie beschädigt und gehören sie in die erste Klasse, so giebt er sie erst nach der Modelltischlerei; gehören sie in die zweite Klasse, so nimmt er sie ohne Weiteres an.

Die Zutheilung zur ersten oder zweiten Klasse bestimmt eine Angabe des Betriebsbeamten im Bestellungsbuch — welche der Giessereiaufseher in die Arbeitsbücher der Förmer und später in die Abnahmenotiz für die Produkten- und Kassenverwaltung zu übertragen hat.

Aus den Arbeitsbüchern der Förmer entnimmt der Modellmeister die Notiz und verfährt danach.

Diese und weitere Organisationsfragen kommen im 4. Theil des Werks noch ausführlich zur Sprache.

§. 277. Was nun den Bau selbst bei den Modellschuppen oder Magazinen anbetrifft, so macht man dieselben gern nach der Aussenseite der Hütte ohne Fenster, um jeden Frevel zu hindern —, lässt sie dagegen nach der Innenseite zu dem Licht und der Luft vollkommen offen, um ein Stocken des Holzes zu vermeiden. Sind mehrere Etagen erforderlich, so packt man die fremden Modelle in die erste und zweite und reservirt das Parterre für die Modelle der zweiten Gruppe, jedenfalls ist es gut Beide von einander so zu sondern, dass Verwechselungen nur sehr schwer sind.

Für einzelne zahlreich vorkommende Formen z. B. Säulen, Rohre, Räder u. s. w. macht man besondere Abtheilungen in den Hallen und mit Hülfe starker Etagèren sondert man im ganzen Hause, an jeder Stelle die kleineren Modelle von den dazu gehörenden grossen.

Kommen sehr schwere Modelle vor, so bringt man in dem Modellschuppen eine Winde an, welche einen Luftschacht beherrscht, der durch alle Etagen geht und zur Beförderung dieser schweren Modelle dient. Es ist nothwendig den Dachraum des Modellbodens feuersicher und doch luftig zu machen, weshalb man gern in den Giebelseiten des Hauses, wenn sie nicht feuersprühenden Apparaten zugewendet liegen, grosse Fensteröffnungen anbringt, welche nicht verglast werden.

Das Dach selbst muss aus glatten Ziegeln gedeckt sein, um von aussen her keine Feuersgefahr befürchten zu lassen; — es muss doppelt gelegt werden, um in keinem Fall Regen und Schneewasser durchdringen zu lassen und muss sehr solid gebaut sein, um auf allen Böden belastet werden zu können.

Eiserne Modellschuppen in der Art zu bauen, wie das Holzmagazin der Artilleriewerkstatt zu Spandau, ist der Kostbarkeit der Construktion wegen noch nicht geschehen; dagegen wäre es die

Frage, ob eiserne Dachgespärre, Böden und Gerüste nicht vortheilhaft erschienen?

Man kann erwiedern, dass ein gutes Dach und starke Mauern jede äussere Gefahr abhalten und dass es bei der Aufbewahrung von so feuergefährlichem Material, wie es Holz-Modelle sind, gleichgiltig erscheinen könnte, ob der innere Ausbau mehr oder minder feuerfest gemacht würde.

Für die Aufbewahrung von werthvollen Holz- und daneben auch Metallmodellen baut man besonders umschlossene Räume ein; es ist überhaupt gut, das Haus, wenn es gross ist, durch gemauerte mit Thüren versehene Giebelwände zu theilen und so mehrere isolirte Abtheilungen zu bilden.

ee) Von dem Giessen und Treiben der Metall-Hauptmodelle und Vollenden derselben.

§. 278. Bei der Betrachtung der Modellzeichnung und des Entwurfs wurde bereits auf die Darstellung metallener Modelle hingewiesen; auch im ersten Band geschah in wenig Worten dieser Fabrikation Erwähnung.

Sie beschränkt sich nur auf die Gegenstände, welche öfter vorkommen und welche gleichzeitig ihrer schlanken Umrisse und geringen Masse wegen der Abnutzung sehr ausgesetzt sind, also oft ausgewechselt werden müssen.

In erster Linie gehören alle Poterie, ein grosser Theil der Oefen und verwandte Hohlformen; dann in zweiter Linie die verschiedenen Gitter und Verzierungen, sowie oft wiederholte Artikel des Baugusses — endlich auch viele Munition, wiewohl bei letzterer das Holz sehr häufig als Material der Hauptmodelle dient, deren Herstellung mithin dem Kapitel der Modelltischlerei anheimfällt.

Besonders interessant ist die Darstellung hohler Modelle, welche für kleinere Formen fast immer durch den Guss, für grössere durch Guss und Treiben, für sehr umfängliche nur durch Treiben stattfindet.

Die Darstellung der übrigen Hauptmodelle gleicht dem einfachen Abguss jedes anderen

Gegenstandes, in so fern, als nach einem zerbrechlichen Thon- oder Wachsmodell, oft mit Holztheilen combinirt, ein Metallabguss gemacht wird, der sorgfältig bearbeitet, später das eigentliche Hauptmodell abgiebt, im Fall der Gegenstand oft vorkommt und vielfach wiederholt wird.

Beim Giessen ist überhaupt mehr mechanische Wiederholung, während beim Treiben der Modelle eine künstlerisch-freie Gestaltung des Modellmaterials stattfindet, welche deshalb auch nur in geübten Händen oder unter Zuhilfenahme von Pressen gute Resultate liefert.

§. 279. Das Treiben von Blech und Eisen. Diese Arbeit wird theils aus freier Hand, theils unter Mitanwendung von mechanischen Vorrichtungen ausgeführt; auch werden verschiedene Temperaturen angewendet.

Das kalte Treiben von Eisenplatten ist die älteste und kunstvollste dieser Arbeiten und wurde früher fast ausschliesslich zur Darstellung der Rüstungen und Defensivwaffen gebraucht und dabei auf einen hohen Grad der Vollendung gebracht.

Demnächst führten die Kunst- und Bauschlosser des Mittelalters und der Renaissance das Treiben in Eisen in die Architektur ein und lieferten die reichverzierten Gitter, die in alten Bauwerken noch immer bewundert werden.

Das Treiben im Allgemeinen besteht in der richtig disponirten Anwendung mehr oder weniger leichter Schläge auf ein Metallblatt, wobei dasselbe auf einer verschieden geformten Ambossfläche aufliegt. Jeder Schlag wird so geführt, dass eine Biegung durch Verschieben der Substanz geschieht und der nächste Schlag muss die Biegung in der vorgeschriebenen Richtung fortsetzen.

Diese Form- und Querschnittsveränderung geschieht ganz allmälig und den Eigenschaften des zu treibenden Metalls angemessen; Kupfer, welches weich und zäh ist, wird verhältnissmässig stärker getrieben als Messing und Neusilber und diese Le-

girungen können wiederum stärker angegriffen werden als Eisen oder Stahl.

Leichte Gegenstände aus dünnerem Blech behandelt man mit fast spitzen Hämmern, von kreisrunder leicht convexer Bahn auf Ambössen von starker abgerundeter fast halbkugelförmiger Spitze.

Für fein ornamentirte Sachen bedarf man grösserer Sortimente von Hämmern und entsprechenden Ambössen, die gewöhnlich in starke Schraubstöcke eingespannt, oder in einen grösseren Amboss eingelassen werden.

Bei dergleichen Dingen arbeitet man aber vorwiegend aus freier Hand, und die Haltung des Metallstückes in der linken Hand muss ebenso der beabsichtigten Wirkung entsprechen, wie die Führung und die Wucht des Schlages der rechten.

Das Treiben breiter Platten zu hohlen Formen geschieht dagegen selten ganz ohne andere Hilfsmittel als Hammer und Amboss.

Man arbeitet heiss vor und biegt die Form im Rohen heraus, dann giesst man die Höhlung mit Blei oder mit Pech aus und vollendet nun von aussen, der convexen Seite, her die Gestalt durch leichtere aber zahlreiche Schläge.

In solcher Weise fertigt man Kürasse und Helmköpfe und ebenso geschieht die Darstellung von bestimmten Ofentheilmodellen des heutigen Giessereibetriebes, von Wasserausgusmodellen, Modellen zu Closettrichtern und verwandten Gegenständen, welche keine regelmässige Gestalt besitzen.

Formen dieser Art sind in jedem Preiscourant abgebildet, wo sich eine Zusammenstellung verschiedener Hohlgefässe und Oefen befindet.

§. 280. Bei kleineren Formen und bei solchen, die oft vorkommen, z. B. bei der Poterie, wendet man zur Modellherstellung oftmals Schlagwerke oder Pressen an. Das Prinzip dieser Vorrichtungen ist dasselbe, was in der Metallprägekunst und bei dem Stanzen von Metallwaaren angewendet wird. Eine Schraube mit steilem Gewinde wird durch einen Balancier mit Schwungkugeln in fester Mutter

auf und niederbewegt und trägt am unteren Ende die in einer beliebigen Führung gleitende Patrize, der eine Matrize in fester Lagerung entspricht. Stark convexe Sachen verlangen mehrmalige Behandlung in solcher Presse und gleichzeitig die Anwendung höherer Temperaturen.

Die Topfmodelle in Lauchhammer u. a. a. O. werden nach diesem Prinzip hergestellt und erzielt man dabei gleich Formmodelle, da ein Hauptmodell da nicht gebraucht wird, wo die Formmodelle auf anderem Weg als dem des Gusses angefertigt werden.

Die Modellanfertigung besteht hierbei aus verschiedenen Stadien:

1) Darstellung eines Holzmodells, welches genau das Innere des Gefässes (unter Berücksichtigung von Gusseisenschwindmaass und Schmiedeeisenschwindmaass) vorstellt. Dieses Modell wird in zwei gleiche Hälften, der Achse nach, zerschnitten und giebt zwei Patrizenmodelle, die ohne Weiteres in Eisen gegossen werden können.

2) Darstellung eines Matrizenmodells, welches dem Patrizenmodell genau concentrisch aber um die Metallstärke des Topfes weiter ist. Man kann beide Modelle so anfertigen, dass man zuerst das Patrizenmodell und die Eisenstärke zu gross abdreht; dann mit Gyps umgiesst und die Eisenstärke auf der Drehbank abnimmt. Der Gypsumguss bildet dann das Modell der Matrizen und wird direkt eingeformt.

3) Darstellung der eigentlichen Topfmodelle aus schweisswarmem Blech in der Presse; — zunächst Schweissen, nachdem event. vorgebogen worden ist; dann Nachstanzen und Poliren bei niedriger Temperatur; schliesslich Beschneiden und Zusammenpassen zweier Modellhälften.

Die Einrichtung zur Fabrikation solcher Modelle ist der nachgeahmt, welche zur Darstellung von gestanzten Blechgeschirren gebraucht wird; seit es gelungen ist, diesen Artikel in grösseren Mengen und vortheilhaft herzustellen, haben sich auch die Blechmodelle für Poterie mehr und mehr eingebürgert.

§. 281. Soll zur Herstellung der Hauptmodelle der Weg des Gusses eingeschlagen werden, so verfährt man auf zweierlei Weise: entweder arbeitet man ein Holzmodell massiv aus, welches die Aussenfläche darstellt und macht danach eine Form, in welche dann ein besonders hergestellter Kern eingelegt wird. Dieser Kern entsteht, indem man das massive Modell aus der zerlegten Form nimmt und in dieser Form, die gehörig geschwärzt wird, den Kern aus fettem Sand auffüllt, ebenfalls herausnimmt und von seiner Oberfläche so viel losschabt als die Metallstärke einschliesslich des zum Abdrehen zuzugebenden beträgt. Dann setzt man die Form zusammen, giesst sie mit Metall (Messing, Bronce, auch Gusseisen) aus und bearbeitet das rohe Modell auf der Drehbank bis zu einem gewissen Grade — theilt es dann, setzt Stifte ein und macht die Passflächen vollkommen fertig. Das nun zusammengekittete Modell wird fertig aus- und abgedreht, aufs Neue getrennt und danach dann eine Reihe von Formmodellen gefertigt.

Das primitive Holzmodell muss natürlich doppeltes Schwindmaass haben — damit die Formmodelle sichtig sein können.

Der andere Weg der Darstellung ist namentlich bei grösseren Modellstücken einzuschlagen; man wählt dann zur ersten Formgebung die Lehmförmerei, macht genaue Chablonen zu Kern und Mantel und dreht die Form in nicht zu fettem Lehm auf das Sauberste aus, indem man das doppelte Schwindmaass und die Zugabe zum Abdrehen berücksichtigt. Dieser Weg ist einfacher, stört aber den Betrieb einer Lehmförmerei oft sehr empfindlich, so dass es praktischer ist die erste Methode einzuschlagen, die übrigens der Topfförmer selbst ganz gut ausführen kann.

Bei dem Guss der Hauptmodelle und der getheilten Metallmodelle überhaupt ist es aber nothwendig und besonders zu betonen, dass man **vor** dem Theilen wie auch **nach** demselben die beiden Flächen des Modells bearbeiten muss, wenn das Modell rund sein soll.

Bei den kalt geschlagenen Modellen ist diese Vorsicht nicht nöthig, obwohl auch hier ein Richten der getheilten und im Zusammenpassen vollendeten Modelle vortheilhaft ist.

§. 282. Abweichend von den bisher vorzugsweise betrachteten Modellen für hohle und dünnwandige Gegenstände sind die Modelle für Rohrguss und Munition beschaffen, bei denen die innere Höhlung durch besonders angefertigte Kerne vorgestellt wird.

Hier kommt es nur auf die Aussenfläche des Objekts an, während Wandstärke und sonstige Verhältnisse sich lediglich nach der Formmethode, der zulässigen Schwere des Modells u. s. w. richten.

Das Hauptmodell ist hierbei auch von Holz und auf einfaches Schwindmaass eingerichtet; man kann durch das Poliren der Modelle und durch sorgfältige Behandlung bei dem Abgiessen der Formmodelle, eine grosse Zahl der letzteren herstellen, ehe das Hauptmodell reparaturbedürftig wird.

Auch werden sämmtliche Formmodelle ohnehin abgedreht, so dass geringe Differenzen in den Dimensionen leicht verschwunden sein können, ehe die Modelle zur Abnahme gelangen.

Das Material für die Röhrenmodelle ist nur Gusseisen, während das für die Munitionsmodelle harte Bronce sein muss, um den Anforderungen der Artilleriebehörde zu entsprechen und die Dimensionen constant zu behalten.

Die Hauptmodelle müssen unter speciellster Aufsicht des Modellmeisters stehen und dürfen den Förmern nie längere Zeit überlassen bleiben. Am besten ist es, einen zuverlässigen Mann, z. B. den Förmermeister einer Kameradschaft, mit dem Formen und Giessen der Modelle zu beauftragen, sobald welche in der Giesserei nöthig werden. Die Hauptmodelle müssen mit den betreffenden Nummern des Modellkatalogs u. s. w. versehen sein und in bester Ordnung aufbewahrt werden — um alle Irrungen und Missverständnisse zu vermeiden.

ff) Von der Darstellung der Formmodelle aus Metall.

§. 283. Nach dem Vorstehenden ist über die Darstellung der Formmodelle wenig zu sagen; die technischen Wege sind dieselben wie bei der Fabrikation der Hauptmodelle und die ökonomischen Gesichtspunkte ebenfalls.

Es bleibt nur zu wiederholen, dass das Material sich für jeden Gegenstand nach Gestalt und Formmethode richtet, dass für reich verzierte oder exakte Dinge, sobald sie oft vorkommen, auch beim Formmodell Bronce oder Messing genommen werden muss, dass man in den meisten anderen Fällen mit weichem Gusseisen auskommt, wenn nur die Hauptmodelle recht fein behandelt worden sind.

Zu vermeiden sind Legirungen aus Blei und Zink, Blei und Antimon, Blei und Zinn für alle Dinge, die schwache Profile und grosse Ausdehnungen haben, z. B. Gitter und andere architektonische Zierrathen; dagegen kann man sich dieser Legirungen zu Füllungen in Holz- oder Eisenmodellen bedienen und zu Verzierungen auf Blechmodellen für Ofenkörper u. s. w., obwohl hierbei Messing oder Bronce, wenn nicht Gusseisen noch widerstandsfähiger sich erweisen.

Die Formmodelle aus Metall müssen stets unter guter Revision gehalten werden und können, da sie bei richtiger Behandlung eine fast unbegrenzte Dauer haben, in Betreff der Reparaturen den Arbeitern zur Last gestellt werden.

Bei Holzmodellen lässt sich leider derselbe Weg nicht einschlagen, obwohl muthwillige Beschädigungen oft genug vorkommen; doch ist die Grenze der Dauer hier unbestimmter und enger gezogen.

§. 284. Von Interesse für die Darstellung der currenten Modelle ist es, einen Ueberblick über die in einer Giesserei vorkommenden Sortimente grösstentheils metallener Modelle zu gewinnen.

Dazu bietet das vielfach erwähnte Buch Guettier's Veranlassung, welches, nach den Katalogen der vor-

züglichsten Giessereien Nord- und Nordostfrankreichs, nachstehendes Verzeichniss an Gegenständen und Dimensionen zusammenstellt.*)

a) Geschirre.

Casserolen und Tiegel mit und ohne Füsse (Coquelles et casserolles).

Nr.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	12.	15.	
Durchm.	100.	117.	138.	154.	177.	188.	202.	211.	225.	230.	250.	288	Millim.
Tiefe	44.	51.	55.	60.	72.	76.	85.	92.	100.	104.	108.	118	—
Gewicht	0,60	1,00	1,50	1,75	2,10	2,58	3,00	3,50	4,00	4,50	5,30	6,75	Kilo.

Ovale Tiegel (coquelles ovales).

Nr.	10.	12.	15.	18.	
Länge	225.	245.	285.	295	Millim.
Breite	160.	188.	215.	225	—
Tiefe	85.	90.	112.	115	—
Gewicht	4,00	4,00	5,00	6,00	Kilo.

Schmortiegel (Daubières).

Nr.	16.	18.	20.	25.	30.	35.	40.	
Länge	280.	290.	300.	310.	325.	335.	360	Millim.
Breite	200.	210.	215.	225.	245.	255.	280	—
Tiefe	115.	115.	122.	125.	134.	142.	150	—
Gewicht	7,25	8,25	9,25	10,05	12,50	15,00	17,50	Kilo.

Kuchenschüsseln (tartières).

Nr.	18 und	30	
Durchm.	330	375	Millim.
Tiefe	35	55	
Gewicht	7	11	Kilo.

Tortenschüsseln (tourtières).

Nr.	10.	15.	20.	25.	
Durchm.	228.	282.	314.	360	Millim.
Tiefe	78.	95.	102.	106	—
Gewicht	4,25	6,50	9,00	10,50	Kilo.

*) Eine weit grössere Auswahl von Mustern findet sich im letzten Abschnitt des Buches — bei der Besprechung der Preiscourante. — Hier handelt es sich um eine in den 3 Sorten beschränkte Zusammenstellung von Currentguss und da Guettier eine solche der Betrachtung des Modellwesens in seinem Buche anschliesst, so erschien deren Wiedergabe vollkommen gerechtfertigt.

Grade Töpfe.

Nr.	Durchmesser	Tiefe	Gewicht
1	105 Millim.	70 Millim.	0,50 Kilo
4	180 —	140 —	1,60 —
5	185 —	145 —	1,75 —
6	190 —	145 —	2,50 —
7	208 —	150 —	3,25 —
8	218 —	155 —	3,95 —
9	230 —	167 —	4,25 —
10	240 —	180 —	4,75 —
12	245 —	182 —	5,50 —
14	262 —	190 —	6,60 —
16	272 —	196 —	7,25 —
18	295 —	208 —	8,25 —
20	295 —	224 —	9,00 —
22	300 —	230 —	10,00 —
25	308 —	240 —	11,50 —
30	340 —	260 —	13,00 —
35	355 —	270 —	15,00 —
40	385 —	285 —	18,00 —
45	400 —	294 —	19,50 —
50	418 —	308 —	20,00 —
60	438 —	320 —	24,00 —
70	464 —	330 —	29,00 —
80	474 —	345 —	30,00 —
90	520 —	355 —	34,00 —
100*)	535 —	378 —	37,00 —

Bauchtöpfe. — Breite Form aus der Franche-Comté.

Nr.	Durchmesser	Tiefe	Gewicht
6	130 Millim.	100 Millim.	2,25 Kilo
7	160 —	130 —	3,00 —
8	180 —	135 —	3,25 —
9	190 —	145 —	3,75 —
10	200 —	150 —	4,25 —

*) Die Bedeutung der hohen Nummern, die in Frankreich eine andere ist als in Deutschland, wird bei der Preiscourantsfrage ebenfalls zum Vortrag kommen. —

Nr.	Durchmesser		Tiefe		Gewicht	
11	210	Millim.	155	Millim.	4,50	Kilo
12	225	—	160	—	5,25	—
15	245	—	175	—	6,75	—
18	270	—	185	—	8,25	—
21	285	—	200	—	8,75	—
25	302	—	210	—	10,00	—
30	330	—	225	—	13,25	—
40	355	—	225	—	15,25	—
50	370	—	280	—	18,50	—
60	395	—	270	—	21,25	—
70	408	—	285	—	25,25	—
90	435	—	315	—	28,00	—

Grapen oder Kessel.

Nr.	Durchmesser		Tiefe		Gewicht	
5	225	Millim.	108	Millim.	2,00	Kilo
6	240	—	120	—	2,75	—
7	258	—	128	—	2,90	—
8	272	—	135	—	3,50	—
9	288	—	145	—	3,75	—
10	316	—	158	—	4,25	—
12	336	—	165	—	5,50	—
14	370	—	180	—	6,50	—
16	390	—	188	—	7,50	—
20	415	—	205	—	9,50	—
24	445	—	225	—	11,00	—
28	475	—	235	—	12,00	—
33	505	—	240	—	14,00	—
40	535	—	260	—	15,50	—
50	560	—	280	—	18,00	—
60	580	—	300	—	22,00	—
70	600	—	315	—	30,00	—

b) Oefen und Zubehör.

§. 285. Runde Oefen mit Ringöffnung zum Aufsetzen eines Ofentopfes.

Nr.	Durchmesser		Höhe		Gewicht	
8	238	Millim.	305	Millim.	18	Kilo
10	278	—	335	—	22	—

Nr.	Durchmesser	Höhe	Gewicht
12	305 Millim.	335 Millim.	24 Kilo
14	335 —	335 —	37 —
16	360 —	360 —	42 —

Ovale Oefen mit 1 Ofentopf.

Nr.	Länge	Breite	Höhe	Gewicht
12	300 Millim.	278 Millim.	258 Millim.	20 Kilo
14	320 —	285 —	260 —	24 —
16	360 —	295 —	265 —	28 —
18	375 —	315 —	280 —	30 —
20	390 —	335 —	285 —	33 —
25	420 —	380 —	300 —	49 —

Ofentöpfe (mit Ringen zum Einhängen) (Constaffes).

Nr.	Durchmesser	Tiefe	Gewicht
8	200 Millim.	168 Millim.	4 Kilo
10	218 —	188 —	4,5 —
12	290 —	194 —	5 —
14	252 —	208 —	5,5 —
16	262 —	212 —	6,5 —
18	278 —	222 —	7,5 —
20	285 —	234 —	8 —
25	300 —	240 —	10 —

Rumford'sche Kamineinsätze.

Nr.	Breite	Tiefe	Gewicht
1	335 Millim.	390 Millim.	12 Kilo
2	390 —	445 —	14 —
3	420 —	445 —	16 —
4	445 —	445 —	18 —
5	475 —	445 —	20 —
6	520 —	445 —	22 —
7	550 —	530 —	24 —
8	580 —	530 —	26 —

Bratöfen (Coquilles à côtir).

Nr.	Länge	Höhe	Tiefe	Gewicht
1	305 Millim.	292 Millim.	95 Millim.	9 Kilo
2	390 —	335 —	100 —	10 —
3	415 —	362 —	105 —	11 —
4	445 —	390 —	115 —	13 —
5	475 —	415 —	125 —	14 —

Rostherde mit festem oder losem Roste.

Durchmesser		Tiefe		Gewicht	
121,5	Millim.	88	Millim.	2	Kilo
135,0	—	88	—	2,30	—
148,5	—	88	—	2,70	—
162,0	—	90	—	3	—
175,5	—	90	—	3,30	—
189,0	—	92	—	3,75	—
192,5	—	92	—	4	—
206,0	—	94	—	4,30	—
219,5	—	94	—	4,70	—
233,0	—	95	—	5	—

Runde Roste für Oefen und Herde.

Durchmesser		Gewicht	
81	Millim.	0,20	Kilo
108	—	0,30	—
115	—	0,35	—
122	—	0,40	—
129	—	0,45	—
135	—	0,50	—
142	—	0,60	—
149	—	0,65	—
156	—	0,70	—
162	—	0,75	—
169	—	0,80	—
176	—	0,90	—
183	—	0,95	—
190	—	1,10	—
197	—	1,20	—
204	—	1,30	—
211	—	1,40	—
216	—	1,50	—
230	—	1,75	—
243	—	2,00	—
257	—	2,30	—
270	—	2,40	—
284	—	2,50	—

Tafelroste (mit Füssen).

Breite		Länge		Gewicht	
135	Millim.	189	Millim.	2	Kilo
135	—	216	—	2,50	—
135	—	243	—	2,75	—
135	—	270	—	3,25	—
135	—	297	—	3,50	—
135	—	325	—	3,75	—
162	—	143	—	2,25	—
162	—	189	—	2,50	—
162	—	270	—	3,00	—
162	—	297	—	3,50	—
162	—	325	—	4,00	—
162	—	352	—	4,30	—
189	—	270	—	4,00	—
189	—	297	—	4,25	—
189	—	325	—	4,50	—
189	—	352	—	4,75	—
189	—	389	—	5,00	—
216	—	270	—	5,00	—
216	—	325	—	4,00	—
216	—	352	—	5,50	—
243	—	297	—	5,00	—
243	—	352	—	5,50	—
243	—	379	—	6,00	—
243	—	433	—	6,80	—
243	—	500	—	7,50	—

c) Grösserer Hohlguss.

§. 286. Guettier bespricht hier nur die Sandgusskessel, die in Frankreich in ziemlich grossen Sortimenten fabricirt werden.

Durchmesser		Tiefe		Gewicht	
430	Millim.	285	Millim.	17—18	Kilo
500	—	350	—	23—25	—
500	—	390	—	25—28	—
575	—	300	—	30—32	—
550	—	400	—	32—35	—
620	—	475	—	45—48	—

Durchmesser	Tiefe	Gewicht
650 Millim.	600 Millim.	55—58 Kilo
700 —	620 —	58—60 —
750 —	600 —	65—68 —
800 —	620 —	70—72 —
900 —	700 —	90—95 —

d) Andere meist massive Objekte.

Guettier giebt von diesen Dingen eine nur geringe Auswahl, die zu wenig in den deutschen Handel passt, um wiedergegeben zu werden; er führt nach einander auf:

Seilrollen,
Vasen von Medicis (glatt und verziert),
Kaminplatten (Herdguss),
Massive Säulen zu Bauten,
Gewichte (nach der Ordonnanz vom 16. Juni 1839).

Dazu gehören den deutschen Verhältnissen gemäss noch viele Objekte, als Bügeleisen, Gittertheile u. s. w. — wie aus den Angaben des letzten Abschnitts dieses Bandes ersehen werden kann.

Von Interesse sind noch die Tabellen, welche Guettier über die Verhältnisse, Gewichte u. s. f. der Röhren giebt, sobald man davon absieht, dass jetzt die Rohre bedeutend leichter und besser gemacht werden, dass ferner auch die Baulänge grösser ist als es damals möglich erschien, sie auszuführen.

Dasselbe gilt von den Angaben, welche der französische Autor über die Fabrikation der Schienenstühle macht, deren Verwendung durch die Benutzung von eisernen Ofenbautheilen allmälig ihrem Ende zugeführt wird.

Die Notizen über Modelle und Dimensionsskalen vervollständigen sich durch die theils im speziellen Theil dieses Abschnittes, theils im letzten Abschnitt folgenden Notizen über besondere Klassen von Gusswaaren.

2) Die Anordnung und Darstellung der Armaturen.

§. 287. Unter Armaturen sind die festen, mehrfach gebrauchten Theile der Gussform zu verstehen: die Formkasten und die damit verwandten Theile bei der Lehmförmerei.

Den Bau der Formkasten wie auch die Construktion und Zusammenstellung der übrigen Armaturen einer Form bestimmen zu wollen, ist nicht möglich, ohne auf spezielle Fälle einzugehen; es kann hier nur von allgemeinen Eigenschaften derselben die Rede sein.

Im ersten Band ist bereits eine Uebersicht der in einer Giesserei vorhandenen Armaturen gegeben worden; sie wurden in verschiedene Gruppen gebracht:

aa) Formkasten,
bb) Gehänge und Spreitzen,
cc) Spindeln und Kerneisen,
dd) Lehmgusstheile,
ee) Formbretter und Unterlagen,
ff) Coquillen.

Sie machen allesammt Theile der Form aus, doch sind die Glieder der drei ersten Gruppen im engeren Sinne Armaturen der Form, die beiden letzteren nur im weiteren.

Ihre Anordnung ist ebenfalls berührt worden, um die Einzelbegriffe zu fixiren — während an dieser Stelle die Anfertigung näher betrachtet werden soll und die Grundsätze, die sich aus der Praxis für die Anwendung ergeben.

Es steckt gewöhnlich in diesen Geräthen ein so enormes Kapital, dass jede Vereinfachung der Formtheile von Vortheil für den Betrieb ist, und namentlich zur Uebersichtlichkeit desselben und seiner Hilfsmittel wesentlich beiträgt.

aa) Die Darstellung der Formkasten.

§. 288. Der Zweck der Formkasten ist bekanntlich, das beweglichere Formmaterial, den Sand oder

die Masse bei der Compression derselben einzuschliessen und eine nicht nachgebende Hülle der plastischen Formsubstanz zu bilden.

Daraus ergeben sich von selbst die erforderlichen Eigenschaften der Formkasten, wie sie im ersten Band erläutert worden sind, ihre zweckmässige Construktion und Festigkeit.

Man machte, für kleinere Dinge namentlich, früher viele Formkasten aus Holz, die sich naturgemäss auch am wohlfeilsten stellten; ihre Nachtheile sind, ausser der Ungenauigkeit im Zusammenhang der Theile, die geringe Festigkeit; sie kommen in einer gut eingerichteten Giesserei wenig mehr vor.

Das nächstliegende Material war und ist noch das eigene Gussmaterial, also das Gusseisen; man liess die Formkasten von den Förmern selbst giessen, nachdem ihnen Modelle dazu gemacht worden waren und überliess den Arbeitern die Anordnung des Formkastens ganz allein. Diese Licenz im Betriebe hat sehr oft die schlechte Behandlung der Formkasten durch die Förmer hervorgerufen, die Erneuerung geschah viel häufiger, als der Verschleiss eingetreten war und der Formkastenpark auf den Hüttenhöfen schwoll zu ungemeiner Ausdehnung an.

Abgesehen davon geriethen die Formkasten meistens sehr plump und verursachten bei der Arbeit selbst unnützen Aufenthalt und Zeitaufwand, der die Produkte vertheuerte; kurz, man gelangte dahin, die Entwürfe der Formkasten wirklichen Technikern in die Hand zu geben, welche im Stande waren, alle Rücksichten, die dabei zur Sprache kommen konnten, zu beurtheilen und danach zu verfahren.

Ganz besonders fand dieses auf Giessereien statt, welche einzelne Artikel vorzugsweise fabricirten und ging dadurch die Vervollkommnung auf dieser Seite der Giesserei mit dem Fortschritt in der Arbeitstheilung vorwärts.

Diese sorgfältige Behandlung der Construktion von Formkasten hat neuerdings für gewisse Zwecke das Schmiedeeisen als Formkastenmaterial ein-

geführt, aber doch nur vereinzelt, weil demselben die Starrheit weniger eigen ist als dem Gusseisen und von dieser werthvollen Eigenschaft bei dem Bau der Formkasten am wenigsten abgesehen werden kann.

Die meisten derselben werden auf dem Wege des Gusses dargestellt und wo es erforderlich ist, mit Schmiedeeisen armirt.

§. 289. Die Gestalt eines Formkastens ist im Grundriss der Gusslage entweder rund oder viereckig, abgesehen von allen übrigen Verhältnissen.

Auf diese beiden Querschnitte lassen sich die meisten Beispiele zurükführen und auch diejenigen, bei welchen die Lage während der Förmereiprozesse mit der Gusslage nicht übereinstimmt. Eine Uebereinstimmung beider in allen Fällen würde zum Ideal des Formkastens führen, aber ist streng genommen unmöglich. In den meisten Fällen wird zwar danach gehandelt, aber nur zufällig, weil äussere Gründe dafür sprechen. Eine Platte wird in einer getheilten Form dargestellt, von der jede Hälfte in einem Formkasten eingestampft ist, dessen Grundriss dem der Platte symmetrisch sein kann, wenn auch nicht geometrisch ähnlich. Die Wände des Formkastens stehen während des Formens und während des Gusses nahezu vertikal, das Plattenmodell liegt darin nahezu horizontal. Wird die Platte so schmal, dass ihr Querschnitt quadratisch erscheint und nimmt sie dabei an Länge zu, so muss der Kasten schmäler und länger werden, kann aber bis zu einer gewissen Grösse beim Guss noch nahezu wagerecht liegen bleiben. Die Platte ist ein quadratischer Stab geworden, der unter Umständen eine bedeutende Festigkeit besitzen soll, z. B. als Welle für irgend eine Kraftübertragung; in diesem Falle muss er stehend gegossen werden, obwohl er liegend eingeformt worden ist, aber die beiden halben Durchschnitte des Formkastens bilden auch hier zusammen einen rektangulären Querschnitt, der allerdings für die Formkastensubstanz nur zwei

Parallelwände aufweist, während zwei Seiten ganz offen sind.

Der Guss verlangt aber Sicherung und man stellt die geschlossne quadratische Hohlform wieder her, dadurch, dass man auf die Ober- und Unterseite des Kastens (liegend betrachtet) Armaturplatten auflegt und fest verklammert.

Cylindrische Formkasten lassen dieses vermeiden, müssen aber auch getheilt werden und zeigen dann zweierlei Construktionen, je nachdem sie hohe Gegenstände oder flache einschliessen; im ersten Fall theilt man sie der Länge nach; im zweiten Fall der Quere nach.

§. 290. Die Theilung der Formkasten muss in Uebereinstimmung mit der Theilung der Modelle geschehen, doch kann sie nicht immer so weit gehen als diese, ohne der Solidität des Formkastens Eintrag zu thun. Daher setzt man z. B. innerhalb eines einfachen getheilten Kastens die Form eines complicirten Gegenstandes aus getrennten Sandlagen zusammen.

Die Theilung ist lediglich durch die Lage beim Einformen bedingt oder vielmehr muss die Theilungsebene des Kastens mit der des Modells zusammenfallen resp. ihr parallel sein, sowie sie auch bei nichtgetheilten Modellen parallel zur Hauptfläche des Modells sein muss.

Bei der Poterie und der Ofenförmerei kommen die am häufigsten zertheilten Kasten vor, die dann aber doch nicht über vier lösbare Theile enthalten.

Die Theilungsflächen der Formkasten müssen stets senkrecht auf die äussere Wand gerichtet sein, um einen festen Anschluss zu ermöglichen oder man bricht die Trennungsfläche in der Fläche der Formkastenwand, um sie auf jeden Fall normal gegen dieselbe stossen zu lassen, vergl. weiter unten unter den Beispielen den verzierten Ofenfuss.

Das genaue Schliessen der Formkasten wird bei den schweren Kasten durch Flanschen, bei den leichteren Kasten durch flanschenartig angebrachte Knaggen bewirkt, welche entweder durch

Schrauben oder mittelst Splintbolzen aneinander festgedrückt werden können.

Auf der Passfläche müssen die Formkasten sehr sauber gegossen, besser noch mit dem Hobel bearbeitet sein und erleichtert man den festen Schluss noch durch die Vergrösserung der Passflächen, indem man die Kastenwand nach innen zu zu einer Sandleiste verdickt, welche den Inhalt des Kastens zusammenhält, soweit es ohne Spreizen möglich ist. Auch die Flächen des Formkastens, welche den Anschluss an andere Armaturtheile vermitteln, müssen gut bearbeitet werden, z. B. an den Röhren- und Geschosskästen die zur Aufnahme der Kerneisen bestimmten Ausschnitte oder Kastenhälse.

§. 291. Die Aussenwände des Formkastens müssen mit einander durch Zwischenwände verbunden werden, sobald sie an sich nicht steif und widerstandsfähig genug erscheinen oder der Formkasten zu gross ist.

Diese Zwischenwände sind entweder gleich mit anzugiessen oder sie werden eingesetzt, so dass sie weniger leicht Gefahr laufen, den Spannungen in einem frisch gegossenen Kasten zu unterliegen und dadurch zu zerreissen.

Man macht sie natürlich so schwach als möglich und disponirt sie bei oft wiederkehrenden Formen gleich so, dass sie der Lage der Eingüsse und Lüfte, Steig- und Saugtrichter entsprechen; sie müssen auch so ausgeschnitten werden, dass sie an allen Stellen noch um einen gewissen Raum von der Oberfläche des Modells und des Gussstückes entfernt bleiben. Zum Ueberfluss schärft man sie nach dieser Seite hin zu, um den darum gestampften Sand nicht zu sehr zu unterbrechen.

Kasten für liegenden oder geneigten Rohrguss in grünem Sand werden mit solchen Fächern versehen, die bis nahe an die stets sich gleichbleibenden Oberflächen der Rohre gehen und dadurch der Form einen grossen Halt gewähren. Auch der stehende Guss, sobald das Einformen liegend geschieht, for-

dert solche Kasten, die dann aber stärker sein müssen, weil mehr mit ihnen manipulirt werden muss.

Kasten für den Guss von Eisenbahnrädern in Schalen und für den Kugelguss haben, da auch hier die Form des Gusses immer die gleiche ist, und da eine Massenfabrikation dieses gestattet, eine sehr sorgfältige Bauart und verbindet man mit dem Formkastenbau auch die Rücksichten auf die Befestigung der Kerne, die Anlage von festen Gusskanälen und Lufttrichtern an der besten Stelle.

Kanonen, Walzen, Glocken haben ebenfalls besondere Formkasten, welche dem einen Zwecke nur angepasst sind, und einem anderen nicht mit gleichem Vortheil dienen können; hier ebenfalls liegt dieses hauptsächlich an der Eigenthümlichkeit der Fächerung innerhalb der Aussenwände.

§. 292. Bei sehr dicken Sandmassen, also bei hohen Kasten ist es erforderlich, um den Gasen des Gusses leichter den Austritt zu gestatten, die Kastenwände zu durchbrechen, ohne der Form Haltbarkeit zu vermindern.

Dieses geschieht, indem man in einer solchen Formkastenwand beim Guss Löcher herstellt oder bohrt, die nicht gross genug sind, um den Zusammenhang des Sandes zu beeinträchtigen, aber genügen, den Gasen desselben den Weg ins Freie zu gestatten.

Die Rücksicht auf die Festigkeit der Formkasten hat allmälig dazu geführt, die auch im I. Band erwähnten getheilten d. h. beliebig zusammenstellbaren aus einzelnen Wandstücken und Winkeln bestehenden Formkasten aufzugeben und durch grösstmögliche Genauigkeit im Anpassen des Kastens an das Modell, sowie durch Leichtigkeit in der Construktion den oft imaginairen Vortheil einesUniversalgeräthes zu compensiren.

Aus denselben Gründen macht man alle Theile der Formkasten, die beim Heben, Zusammensetzen u. s. w. vorzugsweise in Anspruch genommen werden, besonders die Zapfen, um welche sich die Krahnketten schlingen, die Bolzen, welche den Zu-

sammenhalt der einzelnen Formkastentheile vermitteln, Haken und Scharniere bei den kleineren Kasten aus Schmiedeeisen. Alle diese Theile zusammen führen den Collektivnamen des Beschlags und werden durch Schmied und Schlosser besorgt.

Je mehr man der Anwendung von Beschlägen ausweichen kann, desto besser ist es, weil billiger; gewisse Theile kann man allerdings nicht ganz umgehen, aber eine Beschränkung des Gebrauchs ist dennoch möglich, sobald man genau nach dem Modell construirt und den ganzen Apparat leichter gemacht hat.

So lange der Kasten nicht umgeschwenkt zu werden braucht, also bei allen Platten- und einigen Rohrformen, wo der Oberkasten von zwei Mann abgehoben und aufrecht bei Seite gestellt wird — kann man sich auch angegossener Griffe bedienen.

Bei Kasten, die ein Mann bedient, z. B. bei der Topfförmerei und anderen Branchen, ferner bei Krahnkasten müssen die Griffe von Schmiedeeisen sein.

§. 293. Es ist in Betreff der Registrirung und Aufbewahrung der Formkasten dasselbe oder mindestens Aehnliches zu beachten, wie rücksichtlich der Modelle. Nur die grösste Ordnung und Uebersicht vermag gegen Ueberhandnehmen des Formkasteninventars zu schützen und nur dadurch wird es möglich, zeitgemässe Reduktionen zu machen. Mindestens ist es erforderlich, die gleichartigen Kasten zusammenzustellen und für die häufig gebrauchten einen leicht zugänglichen Platz anzuweisen. Ein bedeutendes Areal unterstützt einerseits die Ordnung durch die möglich gemachte grössere Uebersichtlichkeit, andrerseits aber verführt es dazu, viel zu viel aufzuheben. Man muss, um Herr des Stoffes zu bleiben, alle ungeläufigen Gestalten und Dimensionen mit ihrem vollen Werth dem Betrieb zur Last schreiben, während die zu den Forceartikeln des Werkes gehörigen Geräthe, einen grösseren Park bildend, nach und nach abgeschrieben werden können. Dadurch wird man Seitens des Betriebs bedenklicher im Schaffen neuer Kasten und unbedenklicher im Ausrangiren.

Wichtig erscheint noch die Unterbringung der Formkasten unter einem Dach, in einem Schuppen, um die Entwerthung durch Abrosten zu vermindern, das bei einem grossen Inventar ganz enorm ist und namentlich die Beschläge aus Schmiedeeisen stark mitnimmt.

Werden, was häufig geschieht, die Innenseiten der Kastenwände mit Lehmwasser bestrichen, so blättern noch leichter solche Rostkrusten ab und die Abnutzung ist noch viel bedeutender. Diese Vorsicht erscheint kleinlich, aber in Verbindung mit grösserer Ordnung im Aufstellen der Kasten ist es keine Nebensache.

bb) Darstellung der Gehänge und Spreizen.

§. 294. Diese Armaturtheile, welche im Ganzen wenig angewandt werden, weil richtig gefächerte Kästen sie entbehrlich machen, stellt man aus Gusseisen dar und bildet sie mit Hilfe eines Stabmodells im Wege des einfachsten Herdgusses.

Einem Formkasten, der ca. 1 Fuss breit und 2 Fuss lang ist, giebt man einen einfachen Stab quer von einer Sandleiste zur anderen, so dass der Kasten in zwei Theile getheilt erscheint und dieser Stab als Trennung dient. Bei grossen Kasten von runder Gestalt gebraucht man doppelte Gehänge, welche aus zwei parallelen ungefähr um die Höhe des Kastens von einander entfernten an vielen Stellen mit einander verbundenen Stäben bestehen und so eingehängt werden, dass der eine Stab auf dem Rand des Kastens beiderseits aufliegt, während der andere in geringer Entfernung über der Trennungsfläche der beiden Kasten sich befindet und die untere Sandfläche des Oberkastens trägt.

Kasten mit solchen überragenden Gehängen dürfen allerdings nicht umgelegt werden, deshalb muss der Förmer, wenn die obere Formhälfte nachgesehen und geputzt werden soll, den Kasten auf hinreichend hohe Stützen sicher aufstellen, und darunter, auf dem Rücken

liegend, die nothwendigen Arbeiten machen — eine in ihrem Erfolg unsichere und gefährliche Aufgabe.

Es wird deshalb auf das bereits im ersten Band S. 752 gesagte verwiesen, wo die Gehänge als Theil der Geräthe beschrieben worden sind. Der Förmer fertigt sie selbst und sie gelangen nach gemachtem Gebrauch nur z. Th. in das Inventar, da sie sehr rasch verbraucht werden. Dennoch treiben sich auf den meistsn Giessereien ganze Haufen solcher Dinge herum, die, mit noch geringerem Recht als die Formkasten, nicht gehörig revidirt und durch Ausrangiren verwendet werden.

Ein anderer Nachtheil ist, dass sie gewöhnlich nicht gewogen werden und dass dieserhalb der Abbrand in den Oefen scheinbar wächst, indem keinesfalls so viel Gehänge dem Ofen zurück gegeben werden als man neue giesst.

cc) Spindeln und Kerneisen.

§. 295. Wenn eine Form aus mehreren Theilen besteht, von welchen der eine oder der andere nicht mit dem Formkasten in unmittelbare Verbindung tritt, ist es nothwendig, sobald diese Formtheile eine gewisse Form und Grösse annehmen, ihre Festigkeit durch Einlegen von Ankerstäben oder Gerippen von fester Substanz zu unterstützen.

Diese Stützen der Kerne bilden bei der Fabrikation gewisser Artikel einen namhaften Theil des Inventars und verlangen sehr häufig die genaueste und vorsichtigste Anlage.

Man macht sie aus verschiedenem Material je nach den Umständen ihrer Verwendung, Form und Grösse; sie werden häufig aus Gusseisen gemacht, weil dieses seinen Eigenschaften gemäss für bestimmte Grenzen Garantien genug bietet und in einer Giesserei am Ersten zur Hand ist.

Nehmen die Kerne an Grösse zu und namentlich in nur einer Richtung, so wird Gusseisen zu sehr auf Zerbrechen in Anspruch genommen, wofern es nicht

bedeutend verstärkt und dadurch schwer transportabel gemacht wird.

Dann macht man für currente Sachen, z. B. Rohre, schmiedeeiserne Kerne, massiv oder hohl, und erst bei gewisser Weite benutzt man wiederum Gusseisen in Hohlgussform; dabei vereint sich Starrheit mit Leichtigkeit und es wird möglich, handliche Kernstützen zu gewinnen.

Nimmt der Durchmesser bedeutend zu, im Verhältniss zur Länge, so wendet man schliesslich Holztrommeln an, welche durch dicke Strohseil- und Lehmbedeckung gegen die Einwirkung der Metallhitze geschützt werden.

Diese Holztrommeln kommen aber selten vor, weil bei solcher Rohrweite die Grenze der Modellanwendung liegt und es bequemer wie auch billiger sein kann, solche Stücke in Lehm zu giessen.

§. 296. Die Construktion der Kerneisen und Spindeln ist eine sehr verschiedene und richtet sich gänzlich nach der Verwendung.

Wenn, was auch vorkommt, der Kern auf einem der Kastentheile steht und aus derselben Masse besteht, wie der Inhalt jenes Theils z. B. bei Töpfen, wo man den Kern und den Unterkasten aus einem Stück formt, gehört das in manchen Fällen nöthige Kerneisen eigentlich zu den Gehängen und Spreizen und hat auch mit denselben einige Aehnlichkeit.

Bei vollkommen losen Kernen aber muss das Kerneisen oder (bei cylindrischen und durch Rotation eines Profils gebildeten Kernen) die Spindel eine Handhabe bieten und aus dem Kern heraussehen, also länger als der Kern sein; wo das nicht angeht, wird der Kern an einer Stelle, wo er mit dem Sand des nächsten Formtheils direkt zusammenstösst, ausgehöhlt, bis das Kerneisengerippe blosliegt und man es fassen kann. Die Höhlung wird, nachdem der Kern eingesetzt ist, mit Sand ausgefüllt und so die ursprüngliche Form und Grösse wieder hergestellt.

Bei Rohrkernen, überhaupt bei allen Kernen, die auf verhältnissmässig bedeutende Länge von flüssigem Eisen umgeben werden, werde nun aufrecht oder liegend gegossen, ist es wichtig, die Luft abzuleiten und ist darauf gleich bei der Construktion der Kernspindel Bedacht zu nehmen.

Massive gusseiserne Spindeln macht man gerippt, und bildet dadurch Gascanäle an der Oberfläche der Spindel, aber unter dem Strohseilüberzug; massive schmiedeeiserne Spindeln versieht man auf einer Fläche mit einer eingehobelten Nuth, welche beim Umspinnen offen bleiben muss.

Bei hohlen Spindeln muss man die Wandung möglichst oft durchlöchern, um an allen Stellen den natürlichen Gascanal mit der Kernsubstanz in direkte Verbindung zu bringen.

Die Details der Förmerei geben eine ganze Reihe von Beispielen, die das Gesagte ergänzen.

dd) Herstellung der Lehmgusstheile.

§ 297. Die Lehmgussformen erfordern ihrer Schwere wegen starke Armaturen, die meist von Gusseisen hergestellt werden, namentlich wenn sie tragen sollen. Werden sie mehr auf Zerreissen in Anspruch genommen, so bildet man sie aus Schmiedeeisen. Es gehören dahin Platten aller Art und jeder Form, meist ringförmig und mit Vorsprüngen zum Angriff versehen. Jede Form wird auf eine Unterlage aufgemauert, welche auch beim Guss unten zu liegen kommt; diese Unterlage muss naturgemäss der Form des Gegenstandes, resp. des betr. Formtheils bis zu einem gewissen Grade folgen.

Jede Form wird wiederum mit einer Platte gedeckt, welche der Unterlage möglichst parallel liegen muss und deren Vorsprünge mit denen der Unterplatte zu correspondiren haben. Diese Vorsprünge werden dann in zweckmässiger Weise verbunden, oder die Deckplatte wird so stark beschwert, dass auch ohne jene Verbindung ein Auf-

treiben der Decke durch das flüssige Eisen nicht möglich ist.

Alle diese Armaturen giesst sich der Förmer auf dem Herd und macht sie einestheils durchbrochen, wie die Wände grosser Formkasten, anderntheils versieht er sie mit Vorsprüngen, bestimmt, den erforderlichen Lehmüberzug festzuhalten.

Häufig werden solche Stücke, wofern sie bei complicirtem Guss Verwendung finden sollen, mit Beschlag versehen, d. h. mit Schmiedeeisen garnirt, um leichter verankert werden zu können u. s. w. Kann man, wie bei den hängenden Theilen, die zum Aufhängen dienenden Schleifen von Rundeisen mit eingiessen, so erspart man Kosten- und Zeitaufwand.

Ausser diesen plattenförmigen Garniturstücken braucht die Lehmförmerei oft hohle, cylindrische oder kugelförmige Hilfsmittel von Metall, die dann ebenfalls aus Gusseisen gebildet und wie die spätere Waare selbst am leichtesten in Lehm dargestellt werden; dahin gehören die Kernkörbe der Pattinsonkessel, die Kernspindeln sehr grosser Cylinder, die Eindämmcylinder für schlanke Güsse in weiten Dammgruben u. dergl. mehr.

Für leichte Formen und zur Verbindung und Verstrebung der Mäntel bei schweren Formen benutzt man ausser den Fundament- und Deckplatten noch eine Menge von schmiedeeisernen Garniturstücken, die häufig im Moment des Einlegens oder kurz vorher aus Stäben von Schmiedeeisen gestaltet und zurechtgebogen werden. Eine kleine Schmiede gehört deshalb zu den nothwendigsten Requisiten einer Lehmformhütte; selbst eine Schrauben- und Gewindeschneidvorrichtung ist von Vortheil.

ee) Herstellung der Formbretter und Unterlagen.

§. 298. Man versteht unter der obigen Benennung die Geräthe, welche bei Doppelreliefs zur sichern Auflage des Modells dienen und welche beim Wenden von eingeformten Kasten, auf die Rückseite gelegt,

das Abfallen des Sandes hindern. Da beide Arten bewegt werden, ist es wichtig, sie leicht zu machen, und bedient man sich aus diesem Grunde des Holzes als Hauptbestandtheil. Bei den Form- oder Modellbrettern, wo das Modell in einer der Hälfte seines quer gegen die Theilungsebene gerichteten Profils entsprechenden Höhlung des Geräthes Platz finden soll, giesst man Gyps in einen Holzrahmen und über das halb in Sand geformte Modell selber.

Bei nicht verzierten Sachen ist diese Methode nicht so nothwendig, weil das Ausstemmen in dem Holz dann gut ausführbar ist; schwere Dinge von starkem Relief, z. B. Rohre, legt man in durchbrochene Modellbretter, deren Ausschnitte jene Modelle genau aufnehmen können.

Modellbretter sowohl als Unterlagen haben an einer Seite einen vorspringenden Rand, durch eine aufgesetzte, fest verzapfte oder verschraubte Leiste dargestellt; dieser Rand legt sich stets gegen die Kante des Kastens, und bei leichten und kleinen Dingen so, dass die Stellung der Leisten beider, an einen Kasten gedrückten Bretter eine diametrale ist.

Oft versieht man das Unterlagenbrett mit Füssen von ungleicher Höhe, wenn die Gusslage eine schräge sein soll; dieses ist z. B. der Fall bei Sandgussröhren aller Art, deren Herstellung im Grossen eine namhafte Ausgabe an solcher Zimmerarbeit verursacht. Man verwendet stets ziemlich starkes Holz dazu und von der besten Sorte, wenn auch wenig bearbeitet.

Die Controle über diese Geräthe ist sehr wichtig, weil sie leicht unbrauchbar gemacht werden können, und muss man den Förmer, der davon vorzugsweise Gebrauch macht, an der Ersparniss zu interessiren suchen. Ebenso ist es vortheilhaft, dem Zimmermeister nur die Arbeit zu bezahlen und ihm das Holz zu liefern; hat er das Holz selbst und verkauft er der Hütte das ganze Geräth, so ist man nie vor Unterschleifen

sicher, wenn nicht der Arbeiter selber an der Ausgabe des Betriebes für solche Sachen participirt.

ff) Die Darstellung der Coquillen.

§. 299. Die Coquillen oder die festen Theile einer Hartgussform werden, wie schon im ersten Bande angegeben wurde, aus Gusseisen dargestellt, müssen aber sehr sorgfältig behandelt und bearbeitet werden, wenn sie nicht zerspringen sollen.

Da ihre Rolle bei dem Giessen von harten Gegenständen hauptsächlich darin besteht, dem flüssigen Gussmaterial in verhältnissmässig kurzer Frist eine namhafte Wärmemenge zu entziehen und die Bildung einer stahlharten Schale zu veranlassen, so müssen die Coquillen das wiederholte Glühendwerden und Erkalten vertragen können, ohne ihre Form zu verändern und ohne zu springen.

Das letztere tritt nur bei schlechtem Material oder bei ungleicher Substanzvertheilung ein; das erstere, die Deformation, durch das abwechselnde Glühen und Erkalten, tritt beim ersten Glühendwerden am stärksten auf und vermindert sich nach und nach, obwohl, wie ja in diesem Werke bewiesen wurde, eine permanente Volumvermehrung unvermeidlich ist.

Die letztere ist aber so gering, dass sie praktisch ohne Wirkung sich zeigt; die erste und stärkste Deformation aber muss bei der Darstellung von Coquillen berücksichtigt werden.

Zu diesem Behufe glüht man die neugegossenen Schalen in einer Darrkammer gehörig durch — besser noch rollt man sie in einen glühenden Flammofen, ohne denselben weiter zu heizen — und bearbeitet sie dann genau.

Fürchtet man nochmals eine moleculare Bewegung, so muss man nach der ersten roheren Bearbeitung nochmals glühen und dann die Gussflächen der Coquille fertigstellen. Dann kann man sicher sein, dass keine nachträgliche Bewegung mehr stattfindet; da diese Beweglichkeit von der Darstellungsmethode im

Gusse mit beeinflusst wird, so lässt sich auch dabei dagegen arbeiten.

§. 300. Man stellt alle Coquillen aus sehr festem grauen Eisen her und sorgt durch Beschaffenheit der Formen und richtige Wahl der Giesstemperatur für langsames Erstarren. Die Formen werden deshalb aus Lehm gemacht, und selbst für Gegenstände von geringer Ausdehnung thut man wohl, getrocknete Formen, also mindestens aus Masse bestehend, anzuwenden.

Sobald aber Modelle nicht mehr gut für die bezügliche Coquille dargestellt werden können, zieht man mit Recht den Weg des Lehmgusses vor und arbeitet mit Schablonen.

Man lässt das Eisen ruhig werden, ehe man es vergiesst, und lässt es in der Form unter immerwährender Bewegung erstarren, namentlich, sobald stärkere Querschnitte vorhanden sind, z. B. bei Walzenkapseln für den Hartguss u. s. w. Sind die Coquillen so gebildet, dass eine Dimension dominirt, so giesst man sie stehend, unter Anwendung eines verlorenen Kopfes. Passend erscheint diese Methode überhaupt, sowie man darauf abzielt, eine ungewöhnliche Dichtigkeit des Gefüges hervorzubringen, die, sobald sie mit Zähigkeit verbunden ist, eine sehr nützliche Eigenschaft des Coquillenmaterials genannt werden kann.

Noch ist zu bemerken, dass eine grosse Sorgfalt in der Förmerei selbst nothwendig ist, da die Coquillen ohne jeden Texturfehler sein müssen, wenn sie halten sollen. Besonders ist dieses bei den Hartwalzenkapseln der Fall, weil hier das Minimum abkühlender Oberfläche dem Maximum flüssiger Masse gegenübersteht, die Einwirkung der letzteren auf erstere also eine sehr bedeutende ist.

Diese Bedingungen ergeben sich am besten durch die Erfahrung selbst, so dass das eben Vorgetragene ergänzt wird durch die später folgende Beschreibung des Hartgusses selbst

3) Von den Formmaschinen.

§. 301. Als Anhang gewissermassen an die Herstellung der Geräthe für die Förmerei müssen die in neuerer Zeit sich allmälig mehr einbürgernden Formmaschinen erwähnt werden.

Allerdings setzt die Behandlung derselben einigermassen eine Kenntniss der Förmereiprozesse voraus und anticipirt an dieser Stelle einen Theil späterer Kapitel; doch kommen andererseits viele gemeinschaftliche Gesichtspunkte zum Vortrag, die ein Einschalten an dieser Stelle entschuldigen lassen.

Die erste und einzig sachgemässe Bearbeitung der Formmaschinen erfolgte im Jahre 1865 durch den verstorbenen Hüttendirector Stentz in Gleiwitz nach den Eindrücken einer 1863 nach England unternommenen Instructionsreise, aber mit genauester und gründlichster Benutzung der damals ziemlich reichen Literatur. Die Abhandlung findet sich abgedruckt im XII. Bande der „Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preuss. Staate", S. 324, und zerfällt in mehrere Theile, von denen der erste die Literatur der maschinellen Förmerei, die drei übrigen die in England üblichen Förmereimethoden für grosse und kleine Rohre, sowie für andere Gegenstände enthalten.

Im Folgenden wird die Stentz'sche Arbeit mit geringer Abänderung in der Form und Disposition, aber vermehrt durch die wenigen, neu hinzugekommenen Mechanismen, wiedergegeben. Sie enthält, wenn auch nicht sehr viel wirklich Brauchbares, doch eine Menge von Anregungen, die von Einfluss werden können, sobald die Arbeitstheilung auf dem Gebiet der Giesserei weiter vorangeschritten ist und eine bedeutende Ausnutzung von Raum, Zeit und Menschenkraft verlangt.

Der Stoff dieses Kapitels zergliedert sich am besten folgendermassen:

aa) Aeltere Vorrichtungen zur Maschinenförmerei, wie sie bis 1862/63 vorhanden waren.

bb) Zustand der Förmereimethoden in England in Verbindung mit der Entwickelung der Formmaschinen.

cc) Neuere Vorrichtungen zur Maschinenförmerei und spezielle Versuche, in Deutschland die englischen Vorrichtungen einzubürgern.

aa) Aeltere Vorrichtungen zur Maschinenförmerei, wie sie bis 1862/63 vorhanden waren.

§. 302. Die hierher gehörigen Vorrichtungen theilen sich am besten nach dem Gegenstande der Fabrikation in verschiedene Gruppen.

α. Maschinen zur Röhrenförmerei.
β. Maschinen zum Formen von Schienenstühlen.
γ. Maschinen zum Einformen von Geschützkugeln.
δ. Maschinen zum Einformen von Geschirren.
ε. Maschinen zum Einformen anderer Gegenstände.
ζ. Maschinen zum Einformen von Zahnrädern ohne Modell.

Mit der Verbreitung des Giessereibetriebes schritt die Entwickelung der Maschinenförmerei voran — die Rohre waren der erste Massenartikel, dann kamen die Schienenstühle, endlich Geschützkugeln und andere Dinge —, die in grösserer Menge nach absolut gleichem Modell verlangt wurden.

α. Maschinen zur Röhrenförmerei.

§. 303. Es scheint zunächst das Bedürfniss, dem stetig wachsenden Bedarfe an Röhren zu Gas- und Wasserleitungen schneller und billiger zu genügen, gerade in dieser Richtung auf eine Entwickelung der Maschinenanwendung geführt zu haben.

Harrison. Schon 1845 hatte Harrison*) das Verfahren mitgetheilt, Röhren ohne Modell zu formen, indem die beiden Kastenhälften ungefähr so weit mit Formsand gefüllt und ausgestampft wurden, dass nur ein Raum, etwas kleiner als die entsprechenden Rohr-

*) Bulletin du musée de l'industrie par Jobard, 1845, p. 27.

hälften, übrig blieb. Nach dem Zusammensetzen der Kastenhälfte wurde in diesen Raum eine Schablone von Holz mit Blechbeschlag eingebracht, welche die äussere Röhrenform besass, und an den Stirnseiten der Formkasten genau in der Mitte beider drehbar befestigt war, und mit dieser durch Drehung die Ausbildung des Hohlraumes in Form der Röhren vollendet. Es ist dies Verfahren bei der Herstellung von Walzen, namentlich von Kaliberwalzen, beibehalten worden, bei welchen die Anfertigung von Modellen im Vergleiche zu ihrem seltenen Gebrauche zu kostspielig erscheint; bei der Röhrenförmerei, die das nämliche Modell häufig wieder verwendet, hat dasselbe keine Vortheile in Bezug auf Geschwindigkeit gegen die Modellanwendung geboten, und ist deshalb wieder aufgegeben worden.

Stewart. Erste Methode. Eine Vervollkommnung dieser Röhrendarstellung dadurch, dass der geschlossene Formkasten ganz mit Sand ausgestampft wurde und dann aus der Sandmasse die Röhrenform mittelst einer Bohrvorrichtung ausgeschnitten wurde, war im Modelle auf der Industrie-Ausstellung 1851 ausgestellt; doch ist auch diese Erfindung von Stewart in Glasgow durch spätere Maschinen überflügelt worden.

Stewart. Zweite Methode. Stewart selbst gab 1747*) die erste wirkliche Maschine zur Röhrenförmerei in stehenden Formkasten, in welchen der Formsand durch spiralförmige Flügel um das Modell herum festgedrückt wird.

Dies Modell in genauer Form des abzugiessenden Rohres steht senkrecht im oben offenen, an den Seiten geschlossenen und aus zwei Theilen zusammengesetzten Kasten, wird durch ein sich ihm in der Rundung beinahe anschliessendes Rohr von dünnem Bleche umgeben, an welchem sich unten jene Schraubenflügel befinden. Durch mechanische Vorrichtung wird das Blechrohr gedreht, während von oben Formsand ein-

*) Polytechnisches Journal, Bd. 104, S. 245.

geschüttet wird, der sich unter die Flügel legt und von ihnen festgedrückt wird. Durch den sich anhäufenden Sand wird die Vorrichtung selbst mehr und mehr gehoben, bis das Modell ganz eingedämmt ist und nach beendigter Arbeit nebst dem Apparate mittelst Krahnen aus der Form gezogen werden kann.

§. 304. Newton. Eine zweite maschinelle Vorrichtung zum Röhrenformen, und zwar zur liegenden Förmerei, hat Newton*) 1850 angegeben und Zeichnungen davon veröffentlicht.

Seine Maschine besteht in zwei Ständern, welche oben einen eisernen Balken tragen, dessen Länge für die grössten Röhren ausreicht. An demselben ist ein halbes Röhrenmodell befestigt. Zwischen den Ständern ist ein zweiter, dem oberen ähnlicher, unterer Balken senkrecht beweglich, der durch Excentriks gehoben und gesenkt werden kann. Die Bewegung dieses Excentriks erfolgt durch kräftige Hebel, die unter sich so verbunden sind, dass gleichzeitige Bewegung, also auch eine gleichmässige Hebung des unteren Balkens stattfindet. Wenn dieser Balken in seiner unteren Lage sich befindet, so kann auf seine obere Platte ein Formkasten geschoben werden, zu dessen Bewegung zwei Zahnstangen dienen, die auf Armen vor den Gerüstständern ihr Auflager finden. Mittelst derselben wird der leere Formkasten unter dem Oberbalken fort, gegen einen hinter dem Gerüste liegenden langen Sandkasten geschoben, dessen Boden sich gleichzeitig öffnet, so dass der darin enthaltene Sand in den Kasten fällt, und diesen füllt. Beim Zurückziehen des Formkastens schliesst sich auch der Boden des Sandkastens wieder. Der gefüllte Formkasten wird nun unter den Oberbalken gebracht und mittelst der Hebel zugleich mit dem Unterbalken gehoben, so dass das Modell sich in ihm abformt und dem Sande durch den angewandten Druck die genügende Festigkeit giebt. Will man dicht um das Modell feinen gesiebten

*) Polytechnisches Journal, Bd. 118, S. 352.

Sand anwenden, so wird das Modell zunächst nicht ganz eingedrückt, dann der Formkasten gesenkt, feiner Sand eingesiebt und die Form durch ein zweites Heben und dadurch herbeigeführtes vollständiges Eindrücken des Modells vollendet.

Gleichzeitig beschrieb derselbe einen Kernkasten zu Röhrenkernen aus Masse.

Der Kernkasten besteht hiernach aus 4 Theilen, die durch zwei parallele Schnitte in der Cylinderfläche hergestellt sind. Das untere Segment liegt fest, während das obere durch eine Hebelvorrichtung gehoben, die beiden Seitenstücke durch Kurbeln horizontal verschoben werden können, während die Stirnplatten fest sind und Lager zur Aufnahme der Kernspindelzapfen besitzen. Ein über dem Kernkasten in der auf Ständern ruhenden Vorrichtung liegender Sandkasten gestattet durch einen beweglichen Boden, wenn das obere Segment gehoben und die Seitenstücke nach aussen geschoben sind, die halbe Füllung des Kernkastens, dann wird die Kernspindel eingelegt und der zur zweiten halben Füllung des Kernkastens erforderliche Sand durch eine zweite Oeffnung des Sandkastens eingebracht. Ist dies geschehen, so wird das obere Segment heruntergelegt und in seiner vorgeschriebenen Stellung befestigt, endlich werden auch die Seitenstücke mit Anwendung ziemlich bedeutender Kraft in ihre richtige Lage gebracht.

Durch die Pressung dieser Theile, welche zwischen dem oberen und unteren Segmente gleiten, erhält die Kernmasse ihre genügende Festigkeit, und kann nun der Kern durch eine zweite Oeffnung der Kernkastentheile herausgenommen werden.

Gleichzeitig erwähnt Newton hier noch einer Vorrichtung, um mehrere Röhren gleichzeitig abzugiessen, indem durch einen langen Gusskanal und von ihm radial abgehende Beigüsse 6 bis 8 Röhren ansteigend mit Eisen gefüllt werden; doch dürfte diese Art des Giessens viele Störungen herbeiführen und zu bedeutendem Ausschusse Veranlassung geben.

Stewart, Kernwagen. In demselben Jahre 1850 theilte das polytechnische Centralblatt (Lief. 24, S. 1476) Zeichnung und Beschreibung eines Wagens mit, der nach Stewart's Erfindung dazu diente, eine grössere Anzahl Röhrenkerne fast gleichmässig durch auf einanderfolgende Lehmüberzüge fertig zu stellen und sie zusammen in die Trockenkammer zu bringen.

Fairbairn und Hetterington. Fairbairn und Hetterington in Manchester*) versuchten, bei horizontaler Förmerei beide Hälften des Röhrenmodells, oder bei kleineren Röhren mehrere Modelle, auf beiden Seiten eines Modellbrettes zu befestigen, — natürlich in genauer Uebereinstimmung der Lage, — um eine Seite nach der andern einzuformen. Da aber auch hierbei immer noch die Umkehrung der Kasten nothwendig blieb, so wurde wenig Zeit dadurch gewonnen, und scheint dies Verfahren wenig Anklang gefunden zu haben.

§. 305. Sheriff in Glasgow. Von bedeutend grösserem Einflusse war die Röhrenformmaschine, welche Sheriff in Glasgow anwendete.**) Er benutzte kein ganzes Modell, sondern nur einen kurzen hohlen Cylinder, dessen äussere Weite dem äusseren Durchmesser des zu formenden Rohres entsprach. Derselbe bewegt sich an Armkreuzen mit einer in der Mitte des zweitheiligen aber fest verbundenen und senkrecht aufgestellten Formkastens festgestellten drehbaren Spindel, ist aber gleichzeitig auf derselben vertical verschiebbar. — Ueber diesem Modellstücke befinden sich an vier, ebenfalls von der Spindel bewegten und gleichzeitig verschiebbaren Armen vier conische Walzen, deren Breite genau die Stärke der Sandschicht beträgt, welche zwischen Modell und Formkasten eingebracht werden soll, deren äusserste untere Kante also die Innenwand des Kastens fast berührt, während ihre innere Peripherie

*) Polytechnisches Centralblatt, 1851, Nr. 21.

**) Polytechnisches Journal, Bd. 137, S. 12.

in der tiefsten Stellung mit dem oberen äusseren Rande des Modellstückes abschneidet. Wird nun oben Formsand eingeschüttet und die Spindel bewegt, so fällt der Sand vor die Walzen und wird von ihnen festgedrückt, während gleichzeitig der ganze wirkende Apparat, Modellstück und Walzen durch den Sand allmälig in die Höhe gehoben wird, bis er den Rand des Kastens erreicht und die Form fertig ist. Das kurze Modellstück ist dann leicht auszuziehen, während die Rohrmuffe oben durch Handarbeit nach einem besonderen Modell geformt wird.

Zum Einschütten des Sandes bedient sich Sheriff eines Sandvertheilers, indem derselbe in einen auf die Form gesetzten, innen nach oben und nach unten sich trichterförmig öffnenden Cylinder geschüttet wird, welcher unten mit den Kastenwänden gleiche Weite hat. In seiner Mitte befindet sich ein Kegel mit der Grundfläche nach unten, dessen Durchmesser der des Rohres ist, so dass der Sand nur durch einen Ring niederfällt, welcher der Stärke der anzuwendenden Sandschicht entspricht. Durch Hebung und Senkung dieses Kegels gegen die nach unten gerichteten conischen Wände des Cylinders, wird die Durchgangsöffnung für den Sandzufluss geregelt. Die Reibung des Modells gegen den eingedämmten Sand verzögert die Hebung des Apparates in der Form; sollte dieselbe zu gering sein und der Sand nicht fest genug gedrückt werden, so werden Beschwerungen des Modellcylinders zur Hemmung der Bewegung angewendet.

Elder in Glasgow. Eine ähnliche Vorrichtung zur Röhrenförmerei hat Elder in Glasgow mitgetheilt.*) Nach seiner durch Zeichnung erläuterten Angabe wird der Formkasten senkrecht aufgestellt.

An einer eisernen Stange hängt ein Modellstück, dessen äusserer Durchmesser dem des Rohres entspricht. Während dasselbe in seinem unteren Theile cylindrisch ist, spitzt es sich nach oben hin zu, geht

*) Dingler, Polytechnisches Journal, 1856, II, S. 272.

dann wieder einige Zoll mit geringerem Durchmesser cylindrisch, bis es sich wieder conisch zu seinem Aufhängepunkt verjüngt. — Auf dieser oberen Hälfte sind Leitfedern angebracht, welche dem von oben einfallenden Formsande die Richtung nach dem Rande des Cylinders hin geben. Durch die Stange, welche oben ein in einer Leitung senkrecht bewegliches Querhaupt hat, kann der Cylinder gehoben werden, und wird diese Hebung durch ein an einer Kette über Rollen hangendes Gegengewicht regulirt. An diesem Querhaupte befinden sich zwei Excentriks, welche zwei Stangen im Kastenraume auf und nieder bewegen, an denen sich unten ein gusseiserner in seiner niedrigsten Stellung dicht über dem Modellstücke stehender Ring befindet.

An seiner unteren, inneren Seite ist ein Ringstück angebracht, welches in seiner niedrigsten Stellung den obern cylindrischen Theil des Modellstückes umfasst, so dass kein Sand zwischen beiden hindurch fallen kann, das aber in seiner höchsten Lage nur noch die Aussenkanten der am Conus des Modells sitzenden Federn berührt, so dass nun der Sand durch diese hindurchfallen und sich um das Modell herum legen kann. Wird nun jene Excentrikswelle durch zwei conische Getriebe, deren eins sich verschiebbar an einer neben dem Apparate stehenden Welle befindet, bewegt, so stampft das auf- und niedergehende Ringstück den jedesmal darunter fallenden Formsand um das Modell herum fest, hebt sich aber dabei, je nachdem der Sand ansteigt, während die Reibung des Modells an den Sandwänden diese Hebung verzögert.

Da letztere gewöhnlich so stark, dass der Sand zu fest gestampft werden würde, so dienen die oben angeführten Gegengewichte zu ihrer Ueberwindung. Hat die Vorrichtung den oberen Rand des Kastens erreicht, so wird die Muffe besonders eingeformt, wie bei dem früheren Verfahren.

§. 306. Waltjen in Bremen. Die stehende Förmerei machte, namentlich wenn sie mit Maschinen

betrieben werden soll, bedeutende Anlagekosten nothwendig, und nicht überall bot die Localität die passende Gelegenheit zu ihrer Anwendung, da die Dammgruben zur Aufstellung der Formen in grossen Dimensionen angelegt werden müssen. Es versuchten vielleicht deshalb Waltjen & Co. in Bremen die horizontale Förmerei ebenfalls durch maschinelle Vorrichtungen zu erleichtern.*)

Es soll diese Vorrichtung die Röhren in ungetrocknetem Sande so fest liefern, dass sie aufgerichtet und in Dammgruben stehend abgegossen werden können; und scheint dazu das bereits angeführte Newton'sche Verfahren beim Röhrenformen die Grundlage gegeben zu haben.

Anschliessend an ähnliche Maschinen zur Kastenförmerei, auf welche später zurückgekommen werden soll, besteht diese Maschine aus einem oben platten Tische von Gusseisen, in welchem sich durch Excentriks bewegbar ein Modellbrett heben und senken lässt, auf dem ein halbes Röhrenmodell sich befindet. Aber auch dies Modell kann in dem Modellbrette sich etwas senken und wieder gehoben werden.

Beim Beginn der Arbeit steht das Modellbrett auf seinem niedrigsten Stande, während das Modell vollständig auf demselben liegt.

Man setzt nun auf den Formtisch einen Rahmen von Holz, welcher ziemlich den Dimensionen des späteren halben Formkastens entspricht, füllt denselben mit Sand, der einigermassen fest gedrückt wird, hebt ihn dann ab und setzt die oben geschlossene Formkastenhälfte an seine Stelle. Indem nun das Modellbrett mit dem Modelle gehoben wird, drückt es den Sand in dem auf der Tischplatte mit Haken befestigten Kasten fest und wenn es seinen höchsten Stand, die Oberfläche des Tisches, also gleichzeitig den unteren Kastenrand erreicht hat, so ist nicht nur das Modell

*) Polytechnisches Centralblatt, 1857, III, S. 234, und Hartmann, Eisengiesserei, 1863, S. 327.

genau abgeformt, sondern der Formsand hat durch den überall gleichmässigen Druck auch die genügende Festigkeit zur Aufstellung und zum Abgusse erlangt. Nun wird das Modell allein um Etwas gesenkt, löst sich dabei vom Sande ab, welcher an den Kanten durch das dem Modelle genau angepasste Modellbrett so zurückgehalten wird, dass er nicht abreissen kann, die Haken des Kastens werden gelöst und dieser, der nun die halbe fertige Form enthält, abgenommen. Ueber die Leistungsfähigkeit dieser Maschine ist Nichts mitgetheilt, namentlich darüber nicht, ob sie in gleicher Zeit bedeutend mehr Formen schafft, als die Handarbeit bei liegenden Formen, mit welcher sie den Uebelstand gemein hat, dass die Röhren zwei Gussnäthe haben, welche die stehende Förmerei sonst vermeidet.

Downie. Diesem Verfahren etwas ähnlich ist das von Downie in Schottland angegebene*), bei welchem das volle Modell halb aus dem als Modellbrett dienenden Unterkasten hervorragt und auf demselben im aufgesetzten halben Kasten eingestampft wird. — Durch theilweise centrische, theilweise excentrische Zapfen, welche am Modelle sich befinden und im Unterkasten Auflager haben, wird bei hervorgebrachter Drehung des Modells zunächst die Form durch die Reibung bei centrischer Drehung geglättet, dann aber das Modell aus der Form gelöst, indem es sich in den bleibenden Unterkasten hineinsenkt. Für liegende Förmerei scheint dieser Apparat einige Vortheile darzubieten, dennoch scheint er wenig in Anwendung gekommen zu sein.

§. 307. Shanks in London. Ein von dem früheren ganz abweichendes Verfahren zur Herstellung hohler Gusswaaren, namentlich auch schwacher Röhren, wird durch Krohn in Wien im polyt. Journal 1859 III. S. 461 kurz beschrieben, indem er angiebt, dass Shanks in London senkrecht stehende Formkasten ohne Kern benutzt, während über die Herstellung der

*) Hartmann, Eisengiesserei, 1863, S. 295.

Form selbst nichts gesagt wird. — Diese Kasten werden durch mechanische Vorrichtung in eine Drehung um ihre Längenaxe mit gewisser Geschwindigkeit gesetzt und während dieser Drehung wird eine ihrem Gewichte nach bestimmte Menge flüssigen Eisens in sie hineingegossen.

Durch Centrifugalkraft steigt dies Eisen nun an den Wänden der Form in die Höhe und soll ein Rohr von beliebiger Stärke, je nach der Menge des eingegossenen Eisens, liefern, dessen Wände gleichmässig stark, aussen und innen vollkommen glatt, von dichtem und festem Eisen und ohne alle Luftlöcher und Blasen sind. Die Wandstärke der so gegossenen Röhren soll dabei bei 3 Zoll weiten, 12 Fuss langen Röhren bis auf eine Linie ohne Nachtheile sich ermässigen lassen.

In Deutschland sind diese Röhren nicht in den Handel gekommen, es lässt sich daraus kaum auf einen günstigen Erfolg dieser Darstellungsart schliessen, da die genannten ausgezeichneten Eigenschaften dieser dünnen Röhren nothwendig jede andere Formmethode verdrängt haben würden.

Cochrane's Kernspindel. Im Zusammenhange mit der Röhrenförmerei ist hier noch einer Kernspindel zu erwähnen, welche mit Vorrichtung zum Ausdehnen uud Zusammenziehen versehen und von Cochrane erfunden ist. Diese Kernspindel, nur für Röhren von grösserem Durchmesser anwendbar, besteht in ihrem äusseren Umfange aus 4 Kreissegmenten von der Kernlänge, welche unter sich durch Längsfalzen verbunden sind, so dass sie durch Verschiebung innerhalb dieser Falzen den Durchmesser der durch sie gebildeten Spindel verändern können. — Mit den Stirnwänden der Spindel sind diese Segmente durch Eingreifen in eine Nuth oder durch zwei übergreifende Ringe so verbunden, dass bei ihrer seitlichen Bewegung keine Verschiebung in der Länge stattfinden kann.

Nach der inneren Seite hat jedes Segment zwei vorspringende Rippen und an diesen 3 bis 4 noch etwas mehr hervorstehende kleine schiefe Ebenen,

welche nach derselben Richtung abfallen. — Innerhalb dieses Systems ist ein viereckiges eisernes Rohr befindlich, das durch Stifte getragen wird, welche durch beide Stirnwände des Kerns gehen.

Auf diesem Rohre befinden sich den oben genannten schiefen Ebenen entsprechende schräge Flächen, welche die entgegengesetzte Neigung wie die in den Segmenten befindlichen besitzen.

Einer der tragenden Stifte ist mit einem Schraubengange in einer Buchse der Stirnwand versehen, während der zweite innerhalb des viereckigen Rohres verschiebbar, nur in der Stirnwand festsitzt, so dass durch eine Drehung der Schraube das viereckige Rohr eine Verschiebung in der Längenrichtung erhält. — Dabei treten die schiefen Ebenen mit einander in Berührung und das obere, aus Segmenten bestehende Rohr ist gezwungen, sich bei Erweiterung der Falzen auszudehnen, während die Rückbewegung der Schraube es auf seinen früheren Durchmesser bringt. — Damit die Segmente nicht auseinanderfallen, sind sie durch Schrauben verbunden, deren Köpfe in Kästchen liegen, welche an der Unterfläche der Segmente sich befinden und oben durch Blechdeckel geschlossen sind. Diese Schrauben gestatten die im Ganzen unbedeutende Ausdehnung des Kerndurchmessers, die aber hinreicht, um ein Nachgeben der Kernspindel, auf welche nur ein ganz schwacher Lehmüberzug aufgetragen wird, beim Schwinden des gegossenen Rohres möglich zu machen.

Es versteht sich von selbst, dass bei dem inneren Rohre die Eisenwände so viel als möglich durchbrochen sind, um sein Gewicht auf das geringste zu beschränken, und muss noch bemerkt werden, dass die beiden Stifte in den Stirnwänden gleichzeitig die Auflagerpunkte der Spindel beim Auftragen des Lehmüberzuges bilden.*)

*) Zeichnung der Spindel mit Patentbeschreibung findet sich in Hartmann, Eisengiesserei, 1863, S. 342.

β. Einformen der Eisenbahnstühle.

§. 308. Eine gleiche Veranlassung zur massenhaften Darstellung, wie bei den Röhren, fand sich bald bei den Schienenstühlen für Eisenbahnen und finden sich auch Vorrichtungen zu ihrer leichteren maschinellen Herstellung beschrieben.

Brown in Birmingham. Nach Mittheilung von Brown in Birmingham*) sucht derselbe die Förmerei der Eisenbahnstühle dadurch zu erleichtern, dass er die inneren Wangenflächen derselben in dünnen Schaalen giesst.

Das Modell wird auf das Formbrett gestellt, der Kasten darüber, und dann die gusseisernen kaum bearbeiteten Schalen, die genau den inneren Flächen gemäss gegossen sind, dicht an den inneren Modellseiten angelegt und durch Sandeinstampfung an ihrer Stelle festgehalten, während gleichzeitig das Modell in seinen obigen Theilen umstampft wird. Dann wird das Modell beklopft und mit gewöhnlichen Modellschrauben ausgehoben, wobei die Schalen als Leitungen dienen sollen. Hieraus ergiebt sich, dass die auf diese Weise eingeformten Stühle entweder keine Neigung nach innen haben können, oder dass bei ihnen alle nach innen überhangenden Theile in der Schale enthalten sein müssen, da es sonst unmöglich wäre, die Modelle geradlinig zu entfernen. Der Oberkasten wird auf besonderem Formbrette mit Einguss und Luftpfeife geformt und zum Abgusse aufgesetzt.

Die Schalen sollen sich leicht lösen und viele Güsse aushalten.

Brown erwähnt hierbei einer früheren ähnlichen Methode von Ransome und May, bei welchen die Schalen an den Kasten leicht beweglich befestigt seien und von jedem Stuhle losgeschlagen werden mussten, ein Uebelstand, der bei seinem Verfahren vermieden wäre.

*) Hartmann, Zeitung, 1852, S. 737.

Muir in Glasgow. Um das mühsame Herausheben der Modellstücke, welche die überhängenden Backen der Schienenstühle bilden und nach dem Verfahren von Brown seitwärts aus der Form genommen werden müssten, da sie sich nicht senkrecht mit herausziehen lassen, möglichst zu vermeiden, hatte man eingelegte Massekerne für diese Backenstücke angewendet; dafür benutzt A. Muir in Glasgow massive eiserne Kernstücke, welche durch je zwei Modelle, die zusammen eingeformt werden, hindurch gehen und Vorsprünge besitzen, die in Nuthen, welche durch das Modell hervorgebracht sind, ihr Auflager finden. Die Nagellöcher werden gleich mitgeformt, indem sie in zwei kurze conische Theile zerfallen und wird das eiserne Kernstück nach dem Gusse herausgeschlagen.*)

§. 309. John Jobson. Erster Apparat. Erst Jobson wandte das mechanische Ausheben der Schienenstuhlmodelle an**), wodurch das Ausklopfen und Heben erspart und gleichzeitig eine ganz genaue Form der Stühle erreicht wurde, während die Arbeit selbst durch ganz ungeübte Arbeiter geschehen konnte. — Das Modell ist so getheilt, dass die überhängenden Backentheile zwar von demselben getrennt, aber durch Charniere oben mit ihm verbunden sind. Zwischen dem Hauptmodelle und diesen Backenstücken sind etwas nach oben verjüngte Modelltheile eingesetzt; werden diese nach unten herausgezogen, so senken sich die Backenstücke und es wird so möglich, dieselben gleichzeitig mit dem Hauptmodelle ebenfalls senkrecht aus der Form zu ziehen. — Beide Bewegungen des Modells werden mechanisch bewirkt.

Das Modell oder vielmehr zwei Modelle stehen auf einem oben platten eisernen Formtische, unter dem sich zwei Hebelsysteme befinden. Ist nun der Sand im gewöhnlichen Formkasten eingestampft, so werden zunächst durch einen Hebel, der mit vier anderen Hebeln

*) Polyt. Journal, 1856, II, S. 337.

**) Polyt. Journal, 1857, I, S. 92.

in Verbindung steht, die vier keilförmigen ausziehbaren Stücke aus dem Modelle entfernt, so dass die beweglichen Backenstücke ihre Lage verändern und sich so legen, dass sie dem Ausziehen des Modells kein Hinderniss bereiten. Dann wird durch eine zweite mit vier Excentriks versehene Hebelvorrichtung die Platte des Tisches gehoben, während die Modelle in ihrer früheren Lage stehen bleiben. Hierdurch werden die Modelle frei und der Kasten kann abgenommen werden. Die Nagellöcher bleiben, wie vorher, sofort stehen und der Oberkasten wird besonders geformt.

So geistreich diese Vorrichtung erdacht und ausgeführt ist, so scheint dieselbe doch einer für die Giesserei fast zu genauen Herstellung zu bedürfen, so dass sie grade für Schienenstühle jetzt wenig mehr in Anwendung ist. — Die Leistung von 1000 Stühlen in einem Tage ist auch mit etwas einfacherer Einrichtung erreicht, die, ebenfalls von Jobson herrührend, weiter unten erwähnt werden soll.

Benson James in Derby. Die Theilung des Modells mit nicht gleichzeitiger Aushebung der einzelnen Theile verfolgt auch James in Derby*), indem er die zunächst in der Form bleibenden, untergreifenden Backenstücke so anbringt, dass sie sich in Nuthen bewegen. Hat die durch Lenkstangen durch die Nagellöcher geleitete geradlinige Aushebung des Hauptmodells die Form frei gemacht, dann werden die Theilstücke desselben an den richtigen Stellen durch Aufhalten festgehalten und nun, da sie ihre Richtung durch die eigene Schwere ändern, ebenfalls noch geradlinig ausgehoben. — Eine ganz sichere Arbeit, wie durch das Jobson'sche Verfahren, ist hier nicht erreicht.

Während hier die Entfernung der überhangenden Stücke Hauptsache ist und keine mechanische Hebung oder Senkung des Modells stattfindet, ist letztere die Hauptaufgabe eines Verfahrens, welches Hartmann

*) Polyt. Journal, 1857, III, S. 339.

nebst Skizze in seinem Handbuche der Eisengiesserei (1863, S. 317) ohne Nennung des Erfinders angiebt.

Der Apparat dazu besteht in einem gusseisernen Kasten oben mit einer gehobelten Deckplatte, in welcher sich ein der Fussplatte des Schienenstuhlmodells entsprechender Ausschnitt befindet. Das auf einer zweiten Platte befestigte Modell ist von unten her soweit eingeschoben, dass es in der höchsten möglichen Stellung genau sich seiner nach dem Abgusse bleibenden Unterfläche über der Kastenplatte steht, und wird dasselbe wie gewöhnlich eingeformt. An der Platte des Modells befindet sich eine Spindel, welche durch zwei Leitungen grade geführt und durch einen Hebel, der seinen Stützpunkt an der Kastenwand findet, auf und nieder bewegt werden kann. Mit demselben wird das Modell senkrecht aus der Form gezogen, während eine Feder ihn, wenn das Modell hoch steht, festhält, so dass ein Rücken nicht stattfinden kann. Die überragenden Theile müssen hierbei besonders in einzelnen Ansatzstücken ausgezogen werden, oder sie werden bei massivem Modelle durch Kerne von Masse oder Eisen, endlich auch durch miteingesetzte Lehmform-Kernstücke gebildet.

Bei einfacher Construktion gewährt dieser Apparat durchaus nicht die Vereinfachung der Arbeit, wie der früher beschriebene Jobson'sche, noch weniger aber wie der im Jahre 1860 bekannt gewordene zweite Jobson'sche Formapparat für Schienenstühle.*)

§. 310. John Jobson. Zweiter Apparat. Eine Zeichnung und genauere Beschreibung desselben befindet sich nach einer Mittheilung von Max Eyth im Polyt. Journal, 1863, I. S. 1, Fig. 13 u. 14, und hat diese Vorrichtung neben dem durchaus senkrechten Ausziehen des Modells aus der Sandform noch den bedeutenden Vorzug, dass sie das Umdrehen und Abheben des Kastens, — eine Arbeit, die unnöthige Zeit

*) Hartmann, Berg- und hüttenmännische Zeitung, 1860, S. 253.

und Kraft des Arbeiters in Anspruch nimmt, — selbst verrichtet.

Ein gusseisernes, aus zwei am Fusse miteinander verbundenen Ständern bestehendes Gerüst trägt in zwei Lagern einen flachen gusseisernen Kasten, der an seinen Seitenwänden mit starken gedrehten Zapfen versehen ist. Auf diesen Zapfen ist der Kasten um seine Längenaxe drehbar, aber nur nach einer Richtung, indem Ansätze am Zapfen auf der Hinterseite ihm eine genau horizontale Lage in der Ruhe sichern und ein Hebel mit starker Belastung ihn in dieser Lage festhält. Auf der Oberplatte dieses Kastens ist das Modell befestigt, über dasselbe wird ein Formkasten gestellt und mit drehbaren Knaggen befestigt, dann mit Sand gefüllt und angemessen eingestampft. Nach dem Abstreichen wird ein Eisenblechplättchen übergeschoben, welches durch Haken über den obern Kastenrand greift und so denselben schliesst. Dann kehrt man durch Hilfe des Hebels den ganzen Kasten um, so dass der gefüllte Formkasten nach unten hängt. — Unter der drehbaren Formvorrichtung befindet sich ein zweiter schmiedeeiserner Tisch, welcher durch einen zweiten Hebel, der eine Welle und zwei Gelenkstangen in Thätigkeit setzt, gehoben und gesenkt werden kann, während zwei Gegengewichte, über gusseiserne Rollen laufend, das Gewicht des Kastens balanciren. In seiner höchsten Stellung berührt dieser Tisch den hängenden Kasten und das darunter befestigte Blech; der Former löst nun die den Formkasten haltenden Knaggen von oben und der Kasten sinkt mit dem Tische, während das Modell hängen bleibt, bis auf die niedrigste Stellung des Tisches, in welcher er im Niveau einer kleinen Schienenbahn sich befindet. Auf diese wird der Kasten geschoben, die Modellstücke herausgenommen, der besonders geformte Oberkasten mit Einguss und Luftlöchern aufgesetzt und sofort in einiger Entfernung vom Former abgegossen.

Die erste Mittheilung über diese Art der Schienenstuhlförmerei erwähnt noch einer besondern Vorrichtung, durch welche die Aushebung der übergreifenden

Backenstücke mechanisch bewirkt wird, und zwar indem diese, ähnlich dem frühern Jobson'schen Verfahren, vor dem Umdrehen des Formkastens in besonders gestalteten Modellstücken mittelst einer Schraube durch den Fuss des Modells gezogen werden. Doch scheint Jobson selbst diese Einrichtung verworfen zu haben, da sie bei den 1862 zur Industrieaustellung gekommenen Maschinen nicht mehr angewandt war.

§. 311. White's Formmaschine. Zum Einformen von Eisenbahnstühlen mit Glocken unter denselben, wie sie englische Giessereien in neuerer Zeit in bedeutender Menge fertigen, schlägt White eine Maschine vor*), die sich nach seiner Angabe zu allen Gegenständen eignet, die in einem Kasten geformt werden können und hinreichende Verjüngung haben. Diese Maschine besteht aus drei Ständern, zwischen denen sowohl oben wie unten sich durch mechanische Kraft eine Welle dreht, an welcher sich je zwei Krummzapfen befinden. Bei gleichzeitiger Drehung befinden sich die Krummzapfen der obern Welle in ihrer tiefsten Stellung, wenn die der untern Welle ihren höchsten Standpunkt einnehmen. An Lenkstangen, gerade geführt durch Führungen in den Ständern selbst, hangen nun mit der obern Welle Platten zusammen, welche an ihren unteren Flächen die Modelle tragen, und zwar nach unten hin verjüngt, während die untere Welle Tische hebt, auf denen sich die Formkasten befinden. Sind diese mit Sand gefüllt, so wird die Maschine in Bewegung gesetzt, und durch die Krummzapfen nähern sich Modell und Kasten so, dass ersteres sich in den Sand des letzteren eindrückt und diesen zugleich festdämmt. — Die weitere Umdrehung der Wellen entfernt beide Theile wieder von einander und der Kasten wird auf einer im untern Niveau des Tisches liegenden Eisenbahn fortgeführt.

Ebenso soll eine Eisenbahn die Kasten der Maschine zuführen und eine Becherkette den Sand aus

*) Polyt. Journal 1859, II, S. 9.

einem Vorrathskasten heben und ihn in die leeren Kasten einfüllen, so dass zwei Menschen im Stande sein sollen, stündlich mit dieser durch Dampfkraft bewegten Presse 300 Stück Schienenstühle, — allerdings nur in angegebener Form, — zu fertigen. Ob diese Formenpresse irgendwo in Thätigkeit gekommen, ist nirgends mitgetheilt; ihre einfache, rohe Arbeit lässt auch wenig Erwartungen für eine irgend saubere Ausführung der Form, für gleichmässige Dichtigkeit des Sandes hegen, und dürfte der unverhältnissmässige Ausschuss bei ihren Fabrikaten leicht die Vortheile aufheben, welche ihre grosse Produktionsfähigkeit verspricht.

γ. Einformen von Geschützkugeln.

§. 312. Ein drittes Product der Eisengiesserei, welches in bedeutenden Mengen zur Darstellung kommt, ist die Munition für Geschütze, sowohl in Vollkugeln als in Hohlkugeln verschiedener Gestalt, bei welchen letzteren bis in neuerer Zeit in den meisten Fällen kein concentrischer Durchschnitt, sondern eine sehr genau bestimmte Excentricität gefordert wurde. — Auch bei dieser Fabrikation hat man gesucht, mechanische Hilfsmittel anzuwenden, und zwar war es zunächst die Centrifugalkraft, welche man zu ihrer Herstellung dienstbar zu machen suchte.

Richard Peters; Centrifugal-Maschine. Richard Peters in London gab*) die Zeichnung einer sehr einfachen Vorrichtung, um mittelst Riemen eine Kugelform in eine doppelte, schnelle Bewegung, sowohl horizontal als vertikal, zu versetzen. In diese aus zwei Theilen versehene hohle Form sollte das flüssige Eisen durch ein bis zu ihrer Mitte reichendes Rohr geführt werden, nachdem sein Gewicht auf die geforderte Eisenstärke berechnet war, dann sofort die Drehung eintreten, wodurch das Hohlgeschoss sich mit

*) Polyt. Journal, Band 141, S. 100.

durchaus gleichmässiger Eisenstärke bildet. An der obern Oeffnung wird ein eiserner Ring angebracht, der, mit eingegossen, das Mundloch der Kugel bildet und innen zur Aufnahme des Zünders mit einem Schraubengewinde versehen ist.

Shanks in London. Centrifugalguss. Dasselbe Princip verfolgt auch Shanks in London*), der für concentrische Geschosse dieselbe fortwährende Geschwindigkeit der Bewegung annimmt, während er für excentrische Kugeln eine Differential-Seilrolle vorschlägt, nämlich eine Riemscheibe von conischer Gestalt, auf welcher der Laufriemen so verschoben wird, dass die flüssige Masse in abnehmender Progression aufsteigt. Es erhalten dann die Kugeln unten eine grössere Eisenstärke als oben und sollen so für die englische Marine geeignet sein.

Für excentrische Geschosse deutscher Artillerie wäre auch diese Einrichtung nicht anwendbar, sowie das Princip der Darstellung selbst wohl schwerlich Anspruch darauf machen kann, diejenige Genauigkeit in den Dimensionen der Kugeln zu gewähren, welche man an dieselben stellen zu müssen glaubt.

§. 313. Jobson's Formmethode. Auf mechanischem Wege suchten Rob. Jobson und John Jobson bei Dudley die Kugelförmerei zu erleichtern.**) Die Modellbretter, von Metall und auf beiden Seiten gehobelt, haben genau die dem halben Durchmesser der Kugeln entsprechende Stärke und eine Anzahl runder Oeffnungen ebenfalls vom Durchmesser der Kugeln.

Die ganzen Modelle liegen demnach auf einer zweiten derartigen Platte genau so in diesen Oeffnungen, dass ihre Hälfte frei ist. Diese wird in gewöhnlicher Art in einem aufgesetzten Kasten eingeformt und so eine Reihe von Unterkasten hinter-

*) Nach C. Krohn's Mittheilung, Polyt. Journal, 1859, III, S. 462.

**) Polyt. Journal; 1856, IV, S. 418.

einander vollendet, die Eingüsse angeschnitten, umgekehrt und fortgestellt. Dann kehrt man unter Auflegung einer andern Platte den ganzen Metallapparat um, stampft über der andern Hälfte die Oberkasten ein und setzt diese, die natürlich alle genau zu einander passen müssen, zum Abgusse auf die früher bereits geformten Unterkasten.

Ein besonderer Vortheil dieser Formmethode gegen die gewöhnliche ist nicht ersichtlich.

Page und Robertson zu Dundee. Ein eigenthümliches Verfahren wird für Kugeln, wie für Geschirre, von Page und Robertson in Dundee vorgeschlagen*), zu welchem zwei Apparate gezeichnet sind.

Ein gusseiserner Doppelständer enthält zwischen gehobelten Leitungen eine Tischplatte, welche mittelst einer durch Riemscheiben bewegten Welle, auf welcher zwei an Rollen gleitende Excentriks sich befinden, in die Höhe gehoben werden kann.

Auf diesem Tische steht der Formkasten, während oben am Ständer sich ein halbes Kugelmodell befindet, nach oben durch ein Ringstück gedeckt, welches die Kastenwand überragt und dadurch das Modell nicht zu tief einsinken lässt. Zwischen diesem Ringe und dem Ständer liegt ein Gummiring oder eine Feder, welche dem Modell eine geringe Bewegung gestattet, so dass dessen Ausheben ohne Verletzung der Sandkanten erfolgt.

Es dient diese Maschine zur Vollendung der Form, indem durch Drehung der Welle der Formkasten, in welchem der Sand auf einer andern Maschine bereits vorbereitet ist, gegen das Modell gedrückt wird und sich dann wieder von ihm löst, nachdem er die genau richtige Form erhalten hat. — Vorher war der Kasten bereits wie gewöhnlich mit Sand gefüllt und dieser durch einen mittelst Schrauben und Getriebe bewegten Stempel zusammengedrückt worden, worauf eine zweite

*) Polyt. Journal, 1856, IV, S. 184.

Vorrichtung durch einen sich drehenden Schieber mit kreisförmiger Unterkante der Sandform die ungefähre Form einer Halbkugel gegeben hatte. Die ungefähre Bewegung eines Formkastens mit dreimaliger Bearbeitung, um nur eine halbe Kugelform zu erzeugen, wobei Eingüsse und Kernmarken noch besonders anzubringen sind, scheint nicht für die Anwendbarkeit dieser Vorrichtungen zu sprechen.

§. 314. Downie in Glasgow. Bedeutend einfacher und sicherer ist der Formapparat von Downie in Glasgow.*) Ein conisches gusseisernes Gefäss mit durchbrochenen Wänden trägt eine gedrehte Platte mit genau kreisrunder Oeffnung, durch die das halbe Modell hindurchgeschoben wird, so dass es, oben genau eine Halbkugel bildend, unten durch einen abgedrehten Rand in seiner Bewegung nach oben gehemmt wird, während durch ein darunter liegendes horizontales Getriebe eine Drehung des Modells um seine senkrechte Achse, sowie durch eine Hebelvorrichtung ein Senken desselben nach unten stattfinden kann.

Für jede Formkastenhälfte ist eine solche Vorrichtung vorhanden und passen die zusammengehörenden Formkasten, welche an ihren Berührungsflächen übereinandergreifende Ränder haben, genau zu einander wie zu den Apparaten.

Auf jeder Vorrichtung wird eine Kugelhälfte geformt, durch das Getriebe das Modell gedreht, um es zu lösen und die Form zu glätten, dann durch den so lange von einer Feder gehaltenen Hebel ausgezogen und der Kasten zur weitern Herstellung der Kugel abgenommen.

Formmaschine in Woolwich. Fast gleich dieser Vorrichtung sind die von M. Eyth beschriebenen Kugelformeinrichtungen, welche vom Königlichen Arsenal in Woolwich 1862 ausgestellt waren.**) Auf dem eisernen Formtische befinden sich zwei Vorrich-

*) Hartmann, Handbuch der Eisengiesserei, 1863, S. 296.
**) Polyt. Journal, 1863, I, S. 1.

tungen, um durch zwei Arbeiter gleichzeitig die beiden Kugelhälften einformen zu lassen, und findet die Feststellung der Kasten durch ihre eigenen Stifte und Laschen, ihr Festhalten durch zwei seitlich stehende drehbare Knaggen statt, während das Ausziehen des Modells durch eine gezahnte Stange geschieht, welche mittelst einer Kurbel und zwei conischer Rädchen bewegt wird. Eine Drehung des Kugelmodells findet nicht statt, dagegen kann dasselbe in jeder Stellung durch ein Sperrrad festgehalten werden.

Kernmaschine in Woolwich. Zur Herstellung der Massekerne für die Hohlgeschosse dienen metallene ausgedrehte Kernkasten wie in Deutschland; doch bestehen dieselben — vielleicht nur einer in England eingelegten Blechcalotte wegen — aus mehr Theilen als hier, nämlich aus zwei durch Schrauben zusammengehaltenen Viertelkugeln, während die obere Hälfte durch vier Kugeltheile und einen Stöpsel gebildet wird.

Die deutsche Einrichtung, wie sie namentlich bei excentrischen Geschossen angewandt wurde, ist einfacher und liefert erfahrungsmässig durchaus genaue und vorschriftsmässige Kerne, so dass eine genauere Beschreibung der Woolwicher Methode unnöthig erscheint.

δ. Einformen von Geschirren.

§. 315. Die Geschirrförmerei beschäftigt sich endlich noch ebenfalls mit Herstellung von Gusswaaren, welche in grossen Mengen dargestellt werden müssen; es haben aber bisher nur wenige Versuche stattgefunden, derselben ein mechanisches Verfahren zur Hilfe zu geben.

Es mag dies daher rühren, dass gerade hierbei die damit beschäftigten Förmer bald eine so ungemeine Gewandtheit und Sicherheit erlangen, dass es jeder maschinellen Vorrichtung schwer wird, ihre Leistungsfähigkeit zu übertreffen.

Inglis und Cowie in Glasgow. Zunächst ist das Verfahren von Inglis und Cowie in Glasgow*) zu erwähnen, welches das bisherige Einformen der hohlen Modelle und die gleichzeitige Bildung von Mantel und Kern über ein Modell verwirft und für jedes besondere Modelle vorschreibt.

Das Modell zum Mantel ist in Einem Stücke von Metall gedreht und wird, ähnlich dem jetzigen Verfahren, in einem dreitheiligen Kasten eingeformt, wobei bei der ersten Hälfte des Mittelkastens, welche durch Vorsprünge der das Modell tragenden Platte in bestimmter Stellung erhalten wird, ein besonderes Modellbrett den Sand an der Seite zurückhalten muss. Den Fuss des Modells bildet über der Grundplatte eine conische Platte von 1—$1^1/_2$ Zoll Stärke, welche genau mit einer Sandleiste am Kerne übereinstimmt, so dass sich an dieser Stelle Kern und Mantel aneinanderlegen.

Das Einformen von Füssen und Henkeln, sowie die Bearbeitung der Form geschieht in gewöhnlicher Weise.

Der Kernkasten, in seinen Dimensionen um die Eisenstärke schwächer als das Mantelmodell, ist ebenfalls zweitheilig und hat an seiner obern Oeffnung den Raum zur Aufnahme des vorher genannten conischen Ringes.

Beide Kernkastenhälften werden zusammen in einen sie genau umschliessenden und zusammenhaltenden Ring, und über dieselben wird ein niedriger Formkasten, der später den Unterkasten für die Form bildet, gestellt. Nun wird der Kernkasten vollgestampft, dann umgedreht, nach Lösung des Ringes werden die beiden Kastenhälften abgezogen, der Mantel wird eingesetzt, die Form geschlossen und abgegossen.

Eine wirkliche Zeitersparung scheint hierbei kaum einzutreten, dagegen lässt sich bei besonders gut gearbeiteten Modellen und Kasten eine schwache und

*) Polyt. Journal, 1856, II, S. 192.

gleichmässige Eisenstärke erwarten, während gleichzeitig die häufige Zerstörung der jetzigen schwachen Formmodelle vermieden wird.

§. 316. Page und Robertson. Dagegen scheint die Methode von Page und Robertson*) mehr Zeit in Anspruch zu nehmen, indem der lose eingestampfte Sand einer Kastenhälfte zuerst durch einen verschiebbaren Tisch unter rotirende Schabeisen gebracht wird, welche dem Sande ungefähr die Form des Geschirres geben, dann erst unter eine Modellhälfte gepresst, welche die Form vollendet und den Sand genügend festdrückt.

Bei geraden Böden gewöhnlicher Töpfe würde sich die Form nach diesem Verfahren kaum vom Modell ohne Beschädigung abziehen lassen.

Der Kernkasten besteht ebenfalls aus zwei Hälften, welche zusammen der innern Form des Geschirres entsprechen. Jede Hälfte wird mit Sand gefüllt, dieser zusammengedrückt und ausgeschabt, so dass nur eine ziemlich dünne Lage Sand im Kernkasten bleibt.

Dann werden beide Hälften um einen hohlen und durchlöcherten Metallkern, der ungefähr die Topfform, aber verkleinert, besitzt, und zwischen zwei Wänden, deren eine durch eine Schraube verschiebbar ist, zusammengepresst. Wird dann die Schraube gelöst und sind die Kernkastenhälften fortgenommen, so bleibt der Sandkern am Metallkern haftend stehen, wird wie bei dem früher genannten Verfahren mit dem Mantel umgeben und abgegossen. — Während, wie bereits erwähnt, das ganze Verfahren mehr Zeit als sonst in Anspruch zu nehmen scheint, dürfte die Benutzung der hohlen Centralkerne einige Beachtung für sich in Anspruch nehmen.

§. 317. Downie in Glasgow. In Hartmann's „Handbuch der Eisengiesserei“ (1863, S. 292) ist zur Mantelbildung ein Verfahren von Downie angegeben, während die Darstellung des Kerns genau nach der Inglis'schen Methode geschieht.

*) Polyt. Journal, 1856, IV, S. 184.

Auf einem eisernen Tische liegt im genau anschliessenden Ausschnitte das ganz runde Geschirrmodell, vorn mit dem conischen Ansatzringe wie bei Inglis versehen und vor demselben gegen Verschiebung durch eine Nuth und Feder gesichert. Ueber das Modell wird ein halber Formkasten gesetzt und wie gewöhnlich eingedämmt. Durch ein an der Achse des Modells befindliches Stirnrad, sowie ein darin eingreifendes Getriebe mit Kurbel wird nun dem Modell eine drehende Bewegung gegeben, so dass sich die Form dadurch glättet.

Zwischen Stirnrad und Modell befindet sich aber noch eine etwas excentrische Scheibe, welche nur zum Theil rund, auf einer unter derselben liegenden platten Schiene streicht, welche letztere durch einen Keil gestellt werden kann.

Beim Einformen ist die höchste kreisrunde Stelle des Excentricums unten und hält das Modell hoch, aber nach kurzer Drehung und gleichzeitiger Glättung der Form senkt sich das Modell aus der Form, welche nun abgehoben werden kann, ohne dass Sand an den Kanten ausbröckeln kann. Beide Kastenhälften werden über demselben Modelle gefertigt, dann über den Kern zusammengestellt und abgegossen.

Ansätze, wie Henkel und Ausgüsse, sind von dem drehbaren Modelle getrennt auf der Tischplatte befestigt und formen sich ohne Drehung mit ab.

§. 318. Brown in Glasgow. Noch ein abgeändertes Verfahren wendet Brown in Glasgow an.*) Auf einem ebenen Formtische ist ein halbes Modell von starkem Metall befestigt, das aber um die Dicke einer schwachen Platte höher ist, als der halbe Durchmesser des Geschirres.

Diese glatte metallene Platte umschliesst nun das Geschirr nach allen Richtungen ganz genau; auf dieselbe wird der halbe Formkasten gestellt und mit Haken an den Tisch befestigt, dann vollgestampft, wobei Einguss und Henkel mit angeformt werden.

*) Polyt. Journal, 1858, III, S. 102.

Nach Vollendung des Einstampfens werden die Haken gelöst und die Form wird mit der losen Platte zugleich vom Modell abgehoben, wodurch jedes Sandabreissen vermieden wird. Der Kern wird von Inglis besonders hergestellt, während das von Brown noch angegebene Herausziehen der Füsse mittelst Hebelvorrichtungen für die in Deutschland übliche Form der Geschirrfüsse nicht anwendbar ist. Beide Formhälften werden auf einem Modelle gefertigt und dann zusammengestellt.

Ueber die Frage, ob die Anwendung von einem Modell für Mantel und Kern oder von zweien für beide Formtheile vortheilhaft ist, können erst genaue Versuche entscheiden; dagegen ist aus allen den verschiedenen Arbeitsbeschreibungen beigefügten Zeichnungen ersichtlich, wie genau die englischen Former ihre Formkasten der Gestalt des Geschirrs anschliessen, um möglichst wenig Sand zu gebrauchen und dadurch zugleich an Arbeit bei Behandlung desselben zu sparen, eine Aufgabe, welche sich die deutsche Förmerei bis jetzt noch nicht im genügenden Maasse gestellt hat.

ε. Einformen anderer Gegenstände.

§. 319. Für alle übrigen, selten in grossen Massen vorkommenden Gegenstände sind Maschinen bis vor Kurzem wenig in Anwendung gekommen; erst in neuester Zeit machte die Ausdehnung des landwirthschaftlichen Maschinenbaues in England die vielfach wiederholte Darstellung einzelner kleiner Maschinentheile, Getriebe, Lager u. s. w. nothwendig, und für diese traten nun die Maschinen sofort in Anwendung.

Jobson's Formmaschine. Beschrieben finden sich im Polyt. Journal 1863, I, S. 4, die Jobson'schen Formmaschinen, von denen die grössere bereits bei den Schienenstühlen näher erwähnt ist. Je nach ihrer Grösse und der speziellen Anordnung für den jedesmal zu formenden Gegenstand verschieden, beruhen sie alle auf einem Prinzip, nämlich dem, das Modellbrett mit dem darauf befestigten Kasten umzudrehen, dann den

losgelassenen Kasten langsam vom Modell abzusenken und dabei beide lothrecht von einander zu trennen.

Bei ganz kleinen Gegenständen geschieht die Senkung des Kastens ohne Gegengewicht. Die an zwei Achsen in festen Lagern drehbare Mulde, an welcher das Modellbrett befestigt ist, trägt den Formkasten, der wie gewöhnlich durch Knaggen gehalten wird, und wird in ihrer horizontalen Stellung durch einen Hebel festgehalten, der an den Lagerständern befestigt werden kann.

Diese Lagerständer sind runde Säulen, welche durch den Tisch hindurchgehen, unten verbunden sind, und nun durch Tritthebel mit verschiedenem Angriffspunkte gehoben und gesenkt werden, so dass die Mulde ihrer Bewegung folgen muss.

Ist nun der Kasten vollgestampft und mit einem durchlöcherten, den Kastenrand übergreifenden Bleche geschlossen, so löst der Arbeiter den Hebel, dreht die Mulde um und senkt sie mit einem Fusse bis auf den Tisch. Dort löst er die Knaggen, welche die Mulde mit dem Kasten verbinden; letzterer bleibt auf dem Tische stehen, während erstere durch den zweiten Hebel gehoben und in ihrer früheren Stellung umgedreht und wieder befestigt wird.

Dass statt der Hebel auch Excentriks angewandt werden können, welche auf einer durchgehenden Welle durch Kurbel oder Getriebe bewegt werden, versteht sich, wie für Krummzapfen mit beweglichen Zugstangen, von selbst. Eine grössere Maschine mit Gegengewichten zum Niederlassen der Kasten allein nach der Umdrehung ist bei den Schienenstühlen angeführt.

Zu solchen Gegenständen, welche keine Verjüngung zulassen, wie Zahnräder u. s. w., ist das System der schwingenden Maschinen mit dem der Modell ausziehenden vereinigt. Bei solchen Zahnrädern enthält die Mulde eine runde Oeffnung, etwas grösser als das Modell, welche um dies herum mit einer möglichst harten Composition vollgegossen ist, so dass dieser Guss sich dicht und genau an das Modell anlehnt,

welches um die Stärke desselben höher ist, als der Abguss werden soll.

Zwei Hebel unter der Mulde heben und senken das Modell um seine Höhe und sind in ihrer obern Stellung festzustellen. Ist nun das Einformen des auf der Mulde stehenden, durch Knaggen festgehaltenen Kastens vollendet, so ziehen zunächst die Hebel das Modell ohne jede Verletzung der Form aus dem Sande, dann wird die Mulde gedreht, der bewegliche Tisch gehoben, der Formkasten gelöst und mit dem Tische gesenkt. Der Oberkasten mit den Eingüssen wird, wenn er nur platt ist, auf einer ebenen Platte eingestampft; sind auch Theile des Gussstückes in ihm enthalten, so muss auch für ihn eine besondere passende Vorrichtung hergestellt werden.

Wo es sich darum handelt, einzelne Kerne in grösserer Menge aus Sand darzustellen, benutzt Jobson eine ähnliche Maschine, mit welcher er den Unterkasten, auf dem die Kerne ruhen, sowohl als auch jeden einzelnen Kern durch kleine Kolben aus ihren Kernkästen hebt; doch soll sich diese Vorrichtung am wenigsten bewährt haben.

Jedenfalls bieten diese Maschinen, auf welche später zurückgekommen werden soll, die ausgedehnteste Verwendung, da sie neben der grössten Sauberkeit in Ausführung der Formen eine Schnelligkeit in ihrer Herstellung herbeiführen, die auf keinem andern Wege zu erreichen ist.

§. 320. J. Howard in Bradford. Die Formmaschinen von Howard in Bradford*) sind in ihrem Prinzip denen fast gleich, welche für Schienenstühle in Anwendung kommen. Sie beruhen auf dem einfachen Ausziehen des Modells aus dem Sande durch ein Modellbrett, welches sich genau in entsprechenden Oeffnungen an die einzelnen Seitenflächen des Modells anschliesst. Die Modellbretter ruhen fest auf Tischen, so dass unter ihnen Raum für das Modell bleibt, die

*) Hartmann, Handbuch der Eisengiesserei, 1863, S. 344.

aufgesetzten Formkasten sind darauf befestigt, und findet das durchaus senkrechte Niederziehen des Modells bei kleinen flachen Gegenständen durch einen Hebel mit Geradleitung, bei höheren Modellen durch eine cylindrische Spindel statt, die an ihrem untern Ende eine Schraube trägt. Die auf- und absteigende Bewegung dieser Schraube wird durch eine Schraubenmutter bewirkt, welche in fester Lage mittelst conischen Getriebes und Kurbel gedreht werden kann.

Für kleinere Gegenstände, die deshalb nicht zu schwerer Formkasten bedürfen, ist ihre Leistung ganz vorzüglich, während für schwerere Kasten die Jobson'schen Maschinen mit Umkehrung des Kastens sie übertreffen. Beide Prinzipien werden im Verlaufe dieser Mittheilungen noch näher beschrieben werden.

Einformen von Schrauben. An maschinellen Einrichtungen zur Förmerei erwähnt Hartmann (a. a. O. S. 315) noch einer Vorrichtung, um Modelle für Holzschrauben mit geschlitztem Kopfe in Menge gleichzeitig in den Formsand einzuschrauben und ebenso wieder zurückzuziehen.

Gysser, Schwenkguss. Anschliessend an den Centrifugalguss von Röhren empfiehlt, R. Gysser in Hausen ein ähnliches Verfahren für kleinere Kunstgusswaaren.*)

Das Umformen des Modells soll mit Gyps in keilförmigen Stücken geschehen; diese werden sauber bearbeitet und ciselirt, dann in Eisen abgegossen und wieder zusammengepasst, endlich mit festen Schalen umgeben, welche alle Theile zusammenhalten.

In diese eiserne Form, welche auf 50—60 Grad R. angewärmt wird, giesst man eine kleine Quantität Eisen, lässt es kurze Zeit darin verweilen und giesst mit Umschwenken der Form das überflüssige Eisen wieder aus. Es soll sich dann eine schwache Eisenschale gebildet haben, welche genau die Form des früheren Modells angenommen hat. Die Ausführung in grösserem Maassstabe soll vollständig gelungen sein.

*) Polytechnisches Journal, 1863, I., S. 121.

ζ. Maschinen zum Einformen von Zahnrädern ohne Modell.

§. 321. Fast alle vorstehend angeführten maschinellen Formvorrichtungen arbeiten mit Modellen; es dürften hier noch die bekannt gewordenen Einrichtungen zu erwähnen sein, welche bei einigen Gegenständen die Modelle selbst unnöthig machen sollen, und zwar tritt dieser Fall — abgesehen von dem ganzen Gebiete der Lehmförmerei — fast nur bei Zahnrädern und diesen ähnlichen Gusswaaren auf.

Ferrouilh's Methode. Es sind dazu verschiedene Einrichtungen ausgeführt, deren einfachste die von Ferrouilh zu Lestang in Frankreich ist.*)

Er fertigt, um ein kostspieliges Modell für den Kranz eines gegebenen Zahnrades zu ersparen, nur einen Brettkranz an, der auf seiner Oberfläche die Theilung des zu formenden Rades erhält, aber grösser ist als dieses.

Um einen Zapfen im Mittelpunkte dieses Kreises dreht sich nun ein genaues Lineal, welches da, wo es den wirklichen Kreis des Getriebes trifft, mit zwei kleinen Modellstücken versehen ist, in welchen jeder einzelne Zahn eingedämmt wird. Die Arbeit mit dieser Vorrichtung ist sehr einfach, muss aber vom Arbeiter sehr genau ausgeführt werden, so dass kaum eine mechanische Hilfe dadurch erlangt wird. Dennoch ist sie in vielen Giessereien eingeführt und hat sich bewährt.**)

§. 322. de Louvrié's Methode. Bedeutenn complicirtere Apparate zu demselben Zwecke wared auf der 1855er Ausstellung in Paris ausgestellt, darunter eins von de Louvrié zu St. Marc in Frankreich***),

*) Polytechnisches Journal, Band 131, S. 430.

**) Ein ähnliches Verfahren wurde lange Zeit auf dem ehemals fiscalischen Eisenwerk zu Sayn mit Erfolg angewendet.

***) Polytechnisches Journal, 1856, III, S. 23.

welches er Theilspindel nennt. An der Stelle, auf welcher die Zahnräder geformt werden sollen, befindet sich an der Wand ein drehbarer Krahnarm von solcher Länge, dass er über den Mittelpunkt des grössten vorkommenden Rades fortreicht. An seinem Endpunkte trägt er das Lager der eigentlichen Theilspindel, welche unten auf einer feststehenden Spitze, dem jedesmaligen Mittelpunkte der Form, ruht. An seinem untern Theile trägt diese Spindel ein Schraubengewinde, und um dieses dreht sich, dadurch höher und niedriger feststellbar, ein Lineal wie bei dem ersten Verfahren, mit welchem die einzelnen Zahnkerne an ihre vorher zubereitete Stelle gebracht werden. Die Bewegung der Spindel erfolgt durch ein Schraubenrad an ihrem obern Theile, das durch eine Schraube ohne Ende mit Kurbel gedreht wird.

Um aber die richtige Theilung für jede Zahl der Zähne zu erhalten, ist an dem Krahnarme in einiger Entfernung von der Spindel ein kurzer Arm angebracht, welcher eine genau in Grade eingetheilte Scheibe trägt, die sich über einen festen Zeiger dreht. Diese Theilscheibe hat unter sich eine kleine einfache glatte Scheibe, eine ähnliche grössere trägt die oben genannte Spindel, und stehen beide so nahe mit ihren Peripherien in Verbindung, dass die kleinere sich durch Reibung beim Bewegen der grössern Scheibe an der Spindel drehen muss. Diese Reibung wird durch einen Lederstreifen am Rande einer Scheibe erhöht.

Sobald nun die Spindel in Bewegung gesetzt wird, dreht sich auch die Theilscheibe, und lässt sich auf derselben nun, genau nach der vorher bestimmten Zahl der Radzähne, jeder Haltpunkt des untern Lineals bestimmen. Neben dies Lineal werden die vorher gefertigten Kerne gestellt und befestigt, und scheint diese Vorrichtung durch die Genauigkeit ihrer Arbeit, sowie durch ihre unbedeutenden Kosten sich sehr zu empfehlen. Der Erfinder fertigt mit diesem Apparate durch geeignete Ansätze an das drehbare Lineal auch Rollen, Scheiben und gelochte Räder zu Holzkämmen.

§. 323. Jackson's Methode. Bedeutend complicirter und theurer ist die Maschine von Jackson in Manchester, welche sich gleichfalls auf jener Ausstellung befand.

Auf einem festen Fundamente, oben durch Arme, welche Metalllager tragen, hindurchgehend, steht eine Welle, welche eine horizontale Scheibe trägt, deren Durchmesser dem der grössten Räder entspricht, welche darauf gefertigt werden sollen. Ihre Bewegung um die Achse erfolgt durch ein auf der stehenden Welle unter der Scheibe liegendes Schraubenrad und eine liegende, durch eine Kurbel zu bewegende Schraube, so dass schon die bekannte Zahl der Umdrehungen der Betriebsschraube eine sichere Theilung des ganzen Kreises hervorbringt, welchen die sich mit derselben drehende Platte beschreibt.

Nach unten hat die Scheibe einen Rand, der sich in einer gusseisernen Rinne mit Wasser bewegt, so dass kein Staub in den Raum gelangen kann, der die Schraubenräder einschliesst, welche sonst bald dadurch ungenau gemacht würden.

Neben der Scheibe, und zwar dieselbe tangirend, befindet sich eine gehobelte Bahn, auf welcher sich ein Aufsatz horizontal fortbewegen lässt, dessen Arm bis über den Mittelpunkt der Scheibe reicht und gerade dort einen senkrecht beweglichen Schieber trägt. Durch diesen Schieber wird, wenn er in bestimmter Entfernung vom Mittelpunkte auf die Scheibe gesenkt wird, ein Kreis auf derselben beschrieben.

Nachdem nun ein Formkasten auf die Platte gestellt und eingedämmt ist, dessen Mittelpunkt mit dem der Platte zusammenfällt, wird ein mit der Theilmaschine gearbeitetes Modell eines kleinen Theils des geforderten Zahnkranzes an den senkrechten Schieber befestigt, mit diesem in den Formsand gesenkt und eingeformt, worauf es mit dem Schieber senkrecht wieder ausgehoben wird.

Nach bestimmter Drehung der Scheibe findet Senken, Einformen und Heben wieder statt, bis der ganze Zahnkranz eingeformt ist, während die Nabe wie ge-

wöhnlich über Modell geformt, die Arme aber durch hohle Kernstücke gebildet und an entsprechender Stelle eingelegt werden. Während diese Maschine durch Sicherheit und Festigkeit sich auszeichnet, erscheint sie vermöge ihrer kostspieligen Herstellung nur für solche grosse Giessereien geeignet, die sehr häufig zum Guss grosser Getriebräder ohne Modell gezwungen sind.

Ruffer in Breslau. Nach einer Notiz in der Studienreise der Studirenden des Königlichen Gewerbeinstituts in Berlin (1859) werden in der Ruffer'schen Giesserei in Breslau Zahnräder auf die Weise ohne Modell geformt, dass man eine stehende Welle in den festgestampften Sandboden einsenkt und als Drehachse für ein gusseisernes Rahmenstück benutzt, an dessen äusserem Ende ein Formstempel in senkrechter Führung auf- und abwärts geschoben werden kann. Man sticht mittelst dieses Stempels die Zähne einzeln oder paarweise aus und dreht den Rahmen jedesmal um einen entsprechenden Theil weiter. Durch eine Theilscheibe auf der Drehachse wird das Rahmenstück mittelst eines federnden Stiftes in seinen Stellungen fixirt. Zum Formen der Radspeichen dient ein Modell. Diese Vorrichtung ist jedenfalls einfacher, als die beiden zuletzt angeführten, während ihre Genauigkeit nach den Leistungen jener Fabrik genügend erscheint.

bb) Zustand einzelner Förmereimethoden in England in Verbindung mit der Entwickelung der Formmaschinen.

§. 324. Auch hierüber hat Stentz interessante Mittheilungen gemacht, die hier fast wörtlich wiedergegeben werden sollen und in folgenden Gruppen auftreten.

α. Die Arbeit mit Formmaschinen zum Ausziehen des Modells ohne Umkehrung.
β. Die Arbeit mit Formmaschinen zum Umkehren des Kastens.
γ. Verbindung beider Systeme.
δ. Das englische Förmereiverfahren bei Röhren mit geringem Durchmesser,

ε. Das Förmereiverfahren für Röhren mit grösserem Durchmesser.

Ausser den hier zur Mittheilung gebrachten Verhältnissen kommen in England noch eine Reihe anderer Dinge vor, die aber weniger bekannt und sehr geheim gehalten werden, z. B. die Fabrikation gusseiserner Nägel in allen Formen und Grössen, die zum grössten Theil auch mit Maschinen stattfindet.

α. Formmaschinen zum Ausziehen des Modells ohne Umkehrung.

§. 325. Die in englischen Giessereien in Anwendung stehenden und nicht etwa als Fabrikgeheimniss betrachteten Formmaschinen haben in ihrer einfachsten Construktion zunächst nur die Aufgabe, das Modell aus dem Sande zu ziehen (Howard'sches Prinzip). Aber sie erfüllen diese Aufgabe mit einer Schnelligkeit und Sicherheit, wie sie die Handarbeit nicht bieten kann. Sie kommen, von ihrer sonstigen Zusammensetzung abgesehen, darin überein, dass das Modell für gewöhnlich auf der metallenen abgehobelten Formplatte zu liegen scheint, dass es aber durch diese hindurchgezogen werden kann, und zwar durch so genau mit den Modellumrissen übereinstimmende Oeffnungen, dass ein Mitführen und Abreissen von Formsand unmöglich ist.

Die Durchschnitte auf Taf. X, Fig. 1—3 zeigen den Zusammenhang der Formplatte *a* mit dem auf einer zweiten, der Modellplatte *c*, befestigten Modelle *b* bei einfachen Stücken, deren Form aber nur durch den über die Platte *a* herausragenden Theil der Modellvorrichtung bestimmt wird. Die Seitenflächen der Modellstücke müssen sehr genau bearbeitet sein, ebenso die mit ihnen sich berührenden Flächen in der Platte *a*; diese selbst ist oben gehobelt, um eine genau ebene Sandfläche im Formkasten zum Anschluss an einen zweiten zu erzeugen, ebenso unten in Berührung mit der gleichfalls abgehobelten Oberseite der Platte *c*, damit ein gleichmässiges Heben der letztern gegen die erstere möglich ist.

Die Formplatte *a* ist entweder von Metall und sind die Ausschnitte in derselben genau bearbeitet, oder sie besteht nur aus einem metallenen Rahmen, in welchen um das richtig gearbeitete Modellstück eine feste und nicht zu weiche Metalllegirung gegossen ist, aber natürlich so, dass sie sich glatt vom Modell lösen lässt.

Nur in einzelnen Fällen, beim Abformen ganz flacher und sehr verjüngter Modelle von Verzierungen, tritt (Taf. X, Fig. 4) der Fall ein, dass nur ein Rahmen vorhanden ist, auf welchem der Formkasten steht, und dass dann die ganze Sandfläche mit ihren Abformungen von der beweglichen Modellplatte gebildet wird, die sich senkrecht in einem Rahmen bewegt. Dieser Fall kann aber nur dann eintreten, wenn ein Abreissen von Sand aus dem Formkasten auch an den Rändern nicht zu befürchten ist, während es gerade der Vorzug der zuerst angeführten Vorrichtung ist, dass sie es selbst gestattet, ganz gerade Modelle ohne jede Verjüngung anzuwenden. (Taf. X, Fig. 5 u. 6.)

Besonders ist dies für kleine Getriebe mit feiner Theilung von besonderer Wichtigkeit, da keine Handarbeit im Stande ist, sie so genau darzustellen, als diese Vorrichtung. Gerade bei diesen wird die Umgiessung des Modells am häufigsten angewendet, um die Formplatte *a* zu erzeugen, und lässt sich mittelst dieser Einrichtung die feinste Theilung bei einer Höhe des Getriebes von $1^1/_2$—2 Zoll und bei Benutzung eines guten Formsandes so herstellen, dass sie keiner Bearbeitung bedarf. Bei fast allen landwirthschaftlichen Maschinen werden so gegossene Räder ohne Ausfeilen der Kämme angewendet.

Alle Formplatten haben nun Lappen entweder mit Oeffnungen für die Verbindungszapfen der aufzusetzenden Formkasten oder mit Zapfen für deren Zapfenlöcher, und müssen, um ein genaues Passen der Kastenhälften herbeizuführen, auch diese unter einander genau zusammengearbeitet sein. Ausserdem haben alle Formplatten noch drehbare Knaggen, mit welchen der Formkasten an bestimmten Stellen, die an seinem untern Rande liegen, auf dem Brette befestigt wird, um

jede freie Bewegung desselben zu hemmen. Dieselben lösen sich leicht durch eine geringe Umdrehung, wenn der Kasten abgehoben werden soll.

Die Formkasten selbst haben nur den nöthigsten Raum zum Sande und sind möglichst niedrig, da auch eine geringe Sandschicht über dem Modell, die beim Umkehren nach unten kommt, genügt, indem sie durch das oben beschriebene, durch Ueberschieben befestigte Formbrett hinreichende Unterstützung findet.

In den unteren Gestellen der Formvorrichtung zeigen sich mannigfache Verschiedenheiten. Dabei erscheint es zunächst wesentlich, ob die Bewegung des Modells durch Hebel oder Schraube geschieht.

§. 326. Bewegung durch Hebel. Die Bewegung durch Hebel findet gewöhnlich nur dann statt, wenn die Höhe des Modells unbedeutend ist oder seine Senkung bei verjüngtem Modell nur gering zu sein braucht, um es ganz von der Sandform zu trennen. Bei allen Hebelvorrichtungen ist eine Geradleitung des die Platte mit den Modellen tragenden Stempels durchaus nothwendig, welche gewöhnlich senkrecht geht und nur in seltenen Fällen, die später berührt werden, schräg leitend sein muss.

Die Formplatten werden überall von besonderen Gestellen getragen, die entweder gleich den Formtisch von bequemer Arbeitshöhe bilden oder auf einer Formbank stehen, je nachdem die Hebelbewegung eine kürzere oder längere ist und weniger oder mehr Raum in Anspruch nimmt.

Diesen Tisch bilden häufig nur Säulen oder Füsse, die auf einem Rahmen die Formplatte tragen und durch Verbindungsstäbe die Anschlusspunkte für die Geradleitung und für die Hebelbewegung geben (Taf. X, Fig. 7 u. 8), oder der ganze Mechanismus ist in einen Blechkasten oder Blechcylinder eingeschlossen, der gleichzeitig als Unterstützung der Formplatte dient, die nöthigen Anschlusspunkte gewährt und endlich die beweglichen Theile vor der Verunreinigung durch Sand und Staub am besten schützt. (Taf. X, Fig. 9 u. 10.) Gewöhnlich dient nur ein Hebelarm zum

Ausziehen und Heben der Modellplatte, der bei den Blechcylindern, durch einen Schlitz nach aussen reichend, in gehobener Stellung des Modells durch einen vorgesteckten Stift, einen Haken oder durch eine Federfalle festgehalten wird, während er beim Herablassen desselben durch die obere Fläche des Schlitzes getragen wird. Die Anwendung zweier verschiedener Hebel zum Heben und Senken ist bei dieser Einrichtung nur selten, da es sich nie um schwere Stücke handelt, ebenso die eines Fusshebels, der während des Formens durch den Fuss des Arbeiters niedergehalten wird und dadurch das Modell hebt.

Bewegung durch Schrauben. Wenn die Höhe des Modells irgend grösser ist, wird die Bewegung durch die Schraube zweckmässiger und ist auch in den meisten Fällen in Anwendung. (Taf. XI, Fig. 1—5.) Der die Modellplatte tragende Stempel bildet in seinem untern Theile eine Schraube, auf welcher eine Mutter, in ihrer Längsbewegung gehemmt, sich drehen kann, so dass die Schraube durch sie gehoben und gesenkt wird. An der Mutter befindet sich ein conisches Rad, in welches ein zweites conisches Rad, das mittelst Welle und Kurbelrad vom Arbeiter gedreht wird, eingreift. In dieser einfachen Form vermittelt sich die senkrechte Bewegung am sichersten. Das Gestell dieser Maschine ist, und hier der Schraube wegen um so vortheilhafter, ein Blechcylinder, aus dem nur das äussere Ende der Betriebswelle hervorragt, die das Kurbelrad trägt. Bei dem nur wenig steigenden Gewinde der Schraube ist eine Feststellung für den höchsten Stand des Modells unnöthig; sie liesse sich nöthigenfalls durch ein kleines Sperrrad oder eine Feststellung der Kurbel durch einen vorgesteckten Stift erreichen.

Die Höhe des Gestells richtet sich in den Grenzen der bequemen Arbeitshöhe nach der Länge der Schraube und diese nach der Nothwendigkeit, das Modell mehr oder weniger tief herabzuziehen.

Bewegung durch gezahnte Stangen. Eine Hebung des Modells durch gezahnte Stangen und Getriebe ist zwar möglichst einfach, doch mag das Rücken

der Zähne etwas Erschütterung auf das Modell ausüben, so dass sie nur bei besonderer Verjüngung desselben anwendbar scheint.

Sie ist nur zum Einformen der Munition in Woolwich angewandt, dort aber in ausgedehntem Maasse, und findet sich diese Maschine, wie bereits mitgetheilt, in Dingler's Polyt. Journal 1863, I, S. 1 beschrieben und gezeichnet.

Wenn es nach Stentz gestattet ist, in dieser Beziehung Abänderungsvorschläge zu machen, so dürfte sich für die Kugelförmerei, wenn nicht Kernansätze, wie bei den Granaten, vorhanden sind, eine langsam steigende Schraube in fester Mutter empfehlen, durch deren direkte Drehung nicht allein ein drehendes Lösen des Modells vom Sande, sondern auch ein Glätten der Form durch die erste Drehung bewirkt würde.

Auch hat die im Abschnitt *aa*) S. 480 angeführte Downie'sche Einrichtung der Drehung des Modells durch ein Zahnrad eine vortheilhafte Einwirkung auf die Glätte der Form.

§. 327. Zusammengesetzte Bewegung. Wenn es sich darum handelt, mit diesen einfachen Maschinen solche Stücke zu formen, von denen einzelne Theile über die untere Fläche, welche durch die Formplatte gezogen wird, seitlich hinüberragen, so sind selbstverständlich die bisher angegebenen Einrichtungen nicht genügend. Es wird aber auch die Darstellung solcher Gegenstände ermöglicht, sofern ein zweimaliges Ausziehen des Modells in getrennten Stücken erfolgt.

Es ergiebt sich dies Verfahren, das sich auf Gusswaaren verschiedenster Form anwenden lässt, am besten durch ein Beispiel. In Taf. XI, Fig. 6, ist ein zu formender einfacher Schienenstuhl mit überhängenden Backen dargestellt, welcher sich mit seiner Sohlplatte auf der Modellplatte durch die Formplatte ziehen lässt, während die Stücke *g* als überhangend den darunter liegenden Sand beim Ausziehen zerstören würden. Deshalb sind sie gewöhnlich abgeschnitten und werden besonders aus der Form genommen, während bei Ransome & Sons auch diese von der Maschine

ausgezogen werden. Es sind nämlich diese Stücke durch das ganze Modell, mit Ausnahme der nur für sie durchlochten Unterplatten, so schräg ausgeschnitten, dass sie sich allein ausziehen lassen, und zwar so schräg, dass sie den Sand unter ihnen nicht zerstören.

Sobald dieselben mit ihren Endpunkten die senkrechte Linie der unter ihnen befindlichen Theile erreicht haben und von diesen also nicht mehr am senkrechten Heruntergehen gehindert werden, erfolgt das gemeinsame Ausziehen des ganzen Modells.

Je nach der Gestaltung des ganzen Stückes findet gewöhnlich das Ausheben dieser Trennstücke durch schräg geleitete Hebel statt, das des ganzen Modells häufiger durch die Schraube, seltener durch gerade ziehende Hebel, und lässt sich ein bestimmtes Verfahren erst nach der gegebenen Form des Modells selbst feststellen, während durch diese Combinationen der mechanischen Herstellung der verschiedensten Stücke ein weiter Spielraum eröffnet ist.

Das Einformen des Oberkastens geschieht bei unten flachen Gegenständen auf einer einfachen gehobelten Platte, und werden gewöhnlich der Einguss, die Beigüsse oder Zuflusskanäle des Eisens und die Luftabzüge in diesem Kasten angebracht.

Müssen die Beigüsse im Unterkasten sich befinden, so sind Modelle dazu mit sehr starker Verjüngung auf der Formplatte angebracht und formen sich leicht mit ab, ohne dass es einer besondern mechanischen Aushebung bedarf. Der Kasten wird einfach von ihnen abgehoben.

Ist dagegen auch die Unterfläche des Gussstücks besonders gestaltet, so muss auch für diese eine abgesonderte Einrichtung wie für die Oberseite hergestellt werden, die in ihrer Lage zu den Formkasten, hier bestimmt durch die Zapfen oder Zapfenlöcher am Formkasten und an der Formplatte, durchaus mit der des Oberkastens übereinstimmend sein muss.

Bei Munition befinden sich gewöhnlich beide Vorrichtungen auf einem Tische, so dass zwei Arbeiter gleichzeitig beide Hälften abformen, dann zusammen-

setzen und auf der Formenbahn zum Gusse zurechtstellen.

Bei anderen Gegenständen liegen die beiden zusammengehörenden Formmaschinen an beiden Seiten der kleinen Eisenbahn, auf welche der Förmer des Unterkastens seinen Theil mit dem festen Formbrette aufstellt, worauf der zweite ihn mit dem Oberkasten bedeckt.

β. Formmaschinen zum Umkehren des Kastens.

§. 328. Die Jobson'sche Formmaschine, wie sie bereits vorstehend nach den Mittheilungen in Dingler's Polyt. Journal 1863, I, S. 3 kurz beschrieben ist, hat mancherlei Umgestaltungen erfahren; das Prinzip derselben ist aber bei allen das, den eingeformten Kasten mit dem Modell und der eigentlichen Formvorrichtung umzudrehen, so dass der Formkasten in seiner zum Abgusse geeigneten Stellung nach unten hängt, um ihn dann durch langsame Senkung vom Modell zu lösen und auf die Eisenbahn zu stellen, auf welcher er mit dem Oberkasten bedeckt und abgegossen wird.

Es eignet sich diese Maschine deshalb zunächst für grössere Stücke und somit für schwerere Formkasten, ebenso aber auch in ihrer gewöhnlichen Form nur für solche Modelle, die genügende Verjüngung darbieten, um nicht ein Abreissen von Formsand bei der immer etwas gewaltsamen Ablösung herbeizuführen.

Die Formvorrichtung bei ihnen besteht in einer glattgehobelten Modellplatte, auf welcher das Modell, soweit es einseitig formbar ist oder durch Trennstücke formbar gemacht werden kann, befestigt ist. Es darf wohl kaum bemerkt werden, dass jede Platte bei diesen wie bei den früheren Vorrichtungen auch mehrere Modelle gleichzeitig aufnehmen kann.

Diese Modellplatte wird in einen flachen Kasten von entsprechender Grösse gelegt und darin festgestellt, so dass ihre Oberfläche mit den etwas verbreiterten

Randflächen des Kastens genau übereinstimmt. Dieser Drehkasten ist auf zwei starken Zapfen drehbar, welche in dem für die ganze Vorrichtung bestimmten Gerüste liegen und sich zwischen Metalllagern bewegen. Ein ebenfalls an diesem Kasten befestigter Hebel dient sowohl znm Umdrehen desselben, als er in horizontaler Lage dient, dieselbe durch Befestigung an einem Ständerarme zu erhalten.

Auf den Kastenrand wird der Formkasten gesetzt und, wie bei den früher beschriebenen Maschinen, durch Zapfen und Zapfenlöcher in seiner Lage bestimmt, sowie durch drehbare Knaggen, deren Lösung auch auf der Unterseite des Drehkastens erfolgen kann, an letzterem festgehalten.

Es erfolgt nun das gewöhnliche Einformen, das Abstreichen des Sandes und Aufschieben des Formbrettes, welches auch hierbei wie früher befestigt sein muss, und alsdann mittelst des Hebels auf sehr leichte Weise das Umkehren der ganzen Vorrichtung.

Der zweite Haupttheil der Maschine besteht in der Vorrichtung zum Abnehmen des Formkastens, welchen Zweck ein zwischen den Ständern in senkrechter Richtung beweglicher horizontaler Tisch von Schmiedeeisen erfüllt, der bis an den Kasten gehoben und nach Lösung desselben von den haltenden Knaggen, — die deshalb auch von der Unterseite des Drehkastens aus beweglich sein müssen, — mit demselben bis auf das Niveau der Schienenbahn sinkt.

In der Anordnung dieser Vorrichtung sind die Maschinen sehr verschieden.

Bei den im Polyt. Journal 1863, Bd. I, Taf. XIV, Fig. 9 dargestellten kleinen Maschinen (Taf. XI, Fig. 7—9) ist der Tisch unbeweglich, die Form und Kippvorrichtung zum Senken eingerichtet; doch wird diese Art nur wenig angewandt, da sie nur für ganz leichte Arbeit verwendbar ist. Bei den grössern wird die Senkung des Tisches durch eine Welle mit Gelenkstangen bewirkt, die durch einen Hebel gedreht wird, während an jeder Seite Gegengewichte, an Stricken über drei feste und eine bewegliche Rolle

laufend, das Gewicht des Tisches mit dem Formkasten balanciren und ihn heben.

Bei noch anderen Maschinen wird der Tisch durch Gegengewichte an Stricken, welches über eine am Tische selbst und zwei am Gerüste befestigte Rollen laufen, gehoben, während er gewöhnlich durch einen Kniehebel in seiner niedrigen Stellung festgehalten wird.

γ. Verbindung beider Systeme.

§. 329. Zu solchen Zwecken endlich, wo es darauf ankommt, ein einseitiges Modell oder auch eine Hälfte eines Modells auf der Maschine zu formen — es mag ein schwerer Kasten dazu nöthig oder auch die Verjüngung des Modells ausgeschlossen sein, ja es mögen selbst, wie vorher angeführt, überhangende Stücke zu formen sein —, dienen die aus dem Jobson'schen und dem Howard'schen Prinzip zusammengesetzten Formmaschinen. Dieselben gestatten, das Modell sorgfältig und senkrecht theils durch Schrauben, theils durch Hebel auszuziehen, sowie dann den Kasten umzudrehen, und führen den nun richtig stehenden Kasten der Eisenbahn durch Senkung zu.

Alle vorher erwähnten Constructionen kommen hierbei in Anwendung, und es genügt an einem Beispiele, das Arbeitsverfahren mit diesen Vorrichtungen zu erläutern. (Taf. XV, Fig. 17 und 18.)

Das in dem unten, so weit das Modell reicht, offenen Drehkasten liegende Modellbrett ist wie bei den Howard'schen Maschinen eingerichtet, und kann das Modell durch Hebel, deren Drehpunkte innerhalb des Drehkastens befindlich sind, niedergezogen werden, wenn der auf seiner Oberfläche befestigte Formkasten eingestampft und zugedeckt ist. Nach dem Ausziehen des Modells wird die Vorrichtung umgedreht; doch kann auch erst umgedreht und dann ausgezogen werden; zuletzt wird der geformte Kasten gesenkt und entfernt.

Bei Schienenstühlen wird dieser zusammengesetzte Apparat häufig angewendet, indessen findet man bei

dieser Fabrikation die schräg ziehenden Hebel zur Entfernung der überhangenden Backen fast nie in Thätigkeit.

Diese Backen sind in der Regel aus festem Holze modellirt und mittelst einer durch die Bodenplatte gehenden, in das Modell eingelassenen Feder mit diesem vereinigt, während ein Vorsprung in der dazu passenden Nuth ihr weiteres Hinaufgehen hindert. So werden sie mit eingeformt, bleiben beim Ausziehen in der Form und werden durch Knaben an jenen Federn leicht herausgenommen. Der Förmer besitzt mehrere Paare dieser Backenstücke, so dass er nicht auf das Herausnehmen zu warten braucht, da jeder Zeitverlust bei dieser Förmerei von Bedeutung ist, indem 1 Förmer, 5 Knaben und 2 Giesser in 12stündiger Arbeit regelmässig 1000 Stück Schienenstühle fertig machen.

Der Förmer formt den Unterkasten, wobei ein Knabe Sand einschüttet, ein zweiter formt den Oberkasten, ein dritter nimmt die Modellstücke aus und schiebt den Unterkasten weiter, während der zweite den Oberkasten aufsetzt, der vierte schiebt den Kasten ans Ende der Bahn und beschwert ihn, wirft die gegossenen Stühle aus mit Hilfe des fünften, der nun die leeren Kasten zurückträgt und an ihre richtigen Stellen bringt.

Die Wiederzubereitung des Sandes geschieht ebenfalls durch die Hilfsarbeiter; doch wird der frische Sand, der jedesmal auf das Modell gesiebt wird, von Tagelöhnern nach allen Betriebsstätten angefahren.

Rechnet man 10 Stunden wirkliche Arbeitszeit, so kommen auf einen Formkasten, der immer zwei Stühle enthält, 1,2 Minuten, — eine Leistung, die in der Förmerei schwerlich übertroffen werden dürfte.

δ. Förmereiverfahren bei Röhren mit geringem Durchmesser.

§. 330. Die Anwendung von maschinellen Vorrichtungen zur Herstellung der Formen für schwächere Röhren scheint auch in England keinen grossen An-

klang gefunden zu haben, wenigstens machten die grössten Giessereien, deren Besuch Stentz gestattet war, keinen Gebrauch von irgend einer aussergewöhnlichen Vorrichtung.

Es findet dies wohl darin seinen Grund, dass die Röhrenmodelle sich vermöge ihrer bedeutenden Verjüngung nach einer Seite von grösstem Durchmesser ab sehr leicht aus der Form lösen lassen und deshalb einer besonderen Hilfe dabei nicht bedürfen. Doch finden auch bei ihrer Herstellung manche Verschiedenheiten statt, die zum Verständniss der Maschinenförmerei hier nach demselben Gewährsmann mitgetheilt werden sollen.

Modelle und Modellbretter. Die ältere Förmerei, bei welcher auf ein hölzernes Modellbrett das halbe Modell gelegt, eingestampft, der Kasten mit Modell umgedreht, darauf die andere Hälfte des Modells angehängt und wieder eingestampft wurde, ist fast allgemein auch in Deutschland aufgegeben worden.

Man wandte zunächst zwei glatte Modellbretter an, auf denen ein oder mehrere halbe Modelle correspondirend befestigt waren, stampfte über jedes einen halben Formkasten ein und legte diese Hälften aufeinander. Man vermied hierbei das Streuen des beide Hälften trennenden Streusandes und gewann etwas an Zeit.

Andere Giessereien wandten eiserne gehobelte Modellbretter an, in welchen glatte, richtig im Kreise des Röhrendurchschnitts bearbeitete Schlitze die ganzen Röhrenmodelle trugen, so dass genau eine Hälfte des Modells über dem Modellbrett bleibt. Diese Hälfte wird überformt, dann umgedreht, das Modellbrett entfernt und nun die andere Hälfte eingedämmt. An quadratischen Zapfen der Modelle drehte man nun diese vom Formsande frei, glättete gleichzeitig den Sand dabei, hob den Oberkasten ab und entfernte das Modell.

Beide Arbeitsverfahren finden sich auch in England wieder, und ist nicht zu leugnen, dass das letztere sich durch eine genaue Arbeit und gutes Aussehen der

gegossenen Röhren auszeichnet, auch an Handarbeit erspart, da an der Form nur wenig nachgeputzt zu werden braucht.

Noch vorzüglicher erscheint die in Cöln übliche Formart, dass auf zwei gleichen, mit ganzen Modellen versehenen eisernen Modellbrettern beide Kastenhälften gleichzeitig eingestampft und nach dem Drehen ausgehoben und zusammengelegt werden. Sie vereinigt die Vorzüge der beiden früheren Methoden, wenn sie auch eine grössere Auslage für Modelle und Modellbretter beansprucht.

Die neueste Art, Röhren einzuformen, besteht endlich darin, dass beide Formkastenhälften an ihren Stirnseiten halbrunde Lager haben, in welche das Modell genau passt. Der Unterkasten wird mit Sand gefüllt, so dass Raum für das dabei ungetheilte Modell bleibt, dann dies Modell in die Lager gelegt, von oben eingestampft und der Sand oder die Masse auf ihrer Oberfläche geebnet. Nun wird der Oberkasten aufgesetzt, gestreut und mit dem Formmaterial eingedämmt, dann das Modell gedreht, damit es sich löst, der Oberkasten abgehoben und das Modell entfernt. Hierauf tritt das gewöhnliche weitere Verfahren ein. Es wird bei dieser Formmethode das Umdrehen des Unterkastens ganz erspart, ebenso die gehobelten Modellbretter, so dass dieselbe wohl zu empfehlen ist.

§. 331. Formkasten für Sandguss und Masseguss. Die Formkasten sind ebenfalls überall ähnlich; in England sieht man auch hierbei auf eine möglichst geringe Sandmenge und vereinigt in einem Kasten möglichst viele Modelle schwächerer Röhren. Die Stärke der Kasten hängt hauptsächlich davon ab, ob das Einformen in Sand oder in Masse geschieht, da im letztern Falle wegen des Transports und des Trocknens der Formen ein haltbarerer Kasten nothwendig wird.

Das Einformen in Masse, welches sich, namentlich für Röhren von geringer Eisenstärke, seit 1863 immer mehr Bahn gebrochen hat, geschieht meistens auf ganzen Modellen und eisernen Formbrettern, wie oben an-

gegeben, und müssen dabei auch die Formkasten selbstverständlich an ihren Stössen gehobelt und gut in den Stiften zusammengepasst, auch zum Versplinten eingerichtet sein, um die Einsenkung in die Dammgrube behufs des stehenden Gusses zu gestatten.

Diese Verbindung erfolgt gewöhnlich durch besondere Verbindungsbolzen mit Splinten, während die Zapfen an den Kasten, die zum richtigen Zusammensetzen derselben dienen, nur ganz kurz sind, und die richtige Lage auf dem Modellbrette durch Zapfen auf demselben bedingt wird, welche in die Bolzenlöcher beider Kastentheile eingreifen.

§. 332. Darrkammern. Das Trocknen der Formen erfolgt in möglichst niedrigen Darrkammern, in welche sie auf eiserne Wagen geschoben werden.

Die Heizung der Kammern erfolgt von aussen, meistens an der Hinterwand der Giesshütten, mit schlechtem Brennmaterial auf Rosten; das Feuer zieht unter einem Gewölbe, das den Boden der Darrkammer bildet, fort und kann durch Oeffnungen an beiden Seiten desselben ausströmen, geht aber meistens bis zur vordern Wand, in der sich die eiserne Thür befindet, durchströmt so die ganze Darrkammer, bis der Rauch endlich durch eine kurze Esse abzieht, die durch einen Schieber von der Innenseite der Hütte aus geschlossen werden kann.

In ähnlichen Kammern werden die Kerne, auf geeignet fahrbaren Gestellen liegend, gebrannt oder getrocknet, je nachdem sie aus Lehm oder Masse gefertigt sind.

§. 333. Kerne. Welche Darstellungsweise vortheilhaft für die Kerne erscheint, ist oft abhängig von der leichtern Beschaffung des betreffenden Materials; daher behaupten sich in Oberschlesien vielleicht deshalb noch immer die Lehmkerne, weil ein zur Kernmasse geeigneter scharfkörniger grober Mauersand schwer zu beschaffen ist. Billiger ist jedenfalls die Masse, da sie der Strohseile um die Kernspindeln nicht bedarf und auch weniger Hitze zum Trocknen in Anspruch nimmt.

Die Anwendung der Hohlspindeln statt der sternförmigen Kerneisen nimmt stetig zu, besonders da die geschmiedeten Röhren in neuerer Zeit auch zu feineren Kernen die nöthigen Spindeln gewähren.

Bei der Bereitung der Lehmkerne wenden nach Stentz die englischen Kernmacher nicht, wie bei uns, Strohseile an, sondern sie überspinnen mit grosser Festigkeit die etwas weiteren Kernspindeln mit langhalmigem Heu und tragen sofort eine Lehmlage darauf, die sie nachher nur noch abschlichten und schwärzen. Bei der dünnen Lage Lehm ist es aber nothwendig, die Kerne so schnell als möglich nach dem Abgusse aus der Form zu entfernen, um ein Reissen der Röhren zu verhüten, was allerdings bei dem weichen schottischen Roheisen weniger zu befürchten ist, als bei jedem härteren Eisen. Der von Stewart *) mitgetheilte Wagen zur Kernanfertigung fand sich in mehreren Giessereien in Thätigkeit.

Die Darstellung der Massekerne geschieht in gusseisernen Kernkasten, die gewöhnlich mit Charnieren versehen sind und so aufgeklappt werden. Gewöhnlich wird zuerst der Unterkasten vollgestampft, dann die Spindel eingelegt und durch einen langen Schlitz im Oberkasten auch dieser gefüllt; doch kommt es bei besonders gut backender Masse auch vor, dass beide Kastenhälften etwas reichlich mit Sand gefüllt und kräftig zusammengeschlagen werden, wobei die Drehung des Oberkastens um das Charnier durch zwei Hebel unterstützt wird. Ist der Kasten durch einige Haken geschlossen, dann wird er zum Lösen des Kerns etwas beklopft und der Kern nach Oeffnen des Kastens herausgenommen. Vortheilhaft ist es, auf die Stellen des Kerns, welche dem ersten Anstosse des flüssigen Eisens ausgesetzt sind, etwas mit Kohle gemischte, aber dennoch gut backende Masse zu bringen, um hier ein Abspülen oder ein Aufkochen zu vermeiden.

Das Einlegen der Kerne erfolgt in dem geöffneten

*) Polyt. Centralblatt, 1850, Lief. 24, S. 1476.

Formkasten und wird der Oberkasten erst darüber gelegt; ein Einsetzen der Kerne durch eine Oeffnung in den Stirnwänden der Formkasten findet bei diesen kleineren Röhren nirgends statt.

§. 334. Abguss der Röhren. Zum Abgusse der Röhren werden die Formkasten in den meisten Giessereien so schräg als möglich, gewöhnlich mit einer Neigung von 45 Grad, aufgestellt, um ihnen mehr Dichtigkeit zu geben, häufig auch auf die Eingüsse noch besondere Druckgusskasten aufgesetzt. Sehr vortheilhaft erschien eine Anlage zum Abgusse in der Art, dass eine nach beiden Seiten abfallende Erhöhung des Formraumes eine Plattenbahn mit Seitenrändern zum Transport des Eisens mit der fahrbaren Pfanne trug, während auf den Dossirungen rechts und links die Formkasten mit den Eingüssen am Stirnrande des Formkastens nach der Bahn zu aufgestellt waren. Es ist aber diese Einrichtung nur für solche Kasten anwendbar, welche keines Krahnes zur Hebung bedürfen, da durch diesen eine mehr radiale Anordnung derselben bedingt wird, wenn nicht Brückenkrahne vorhanden sind.

Bei liegend zu giessenden Röhren ist stets die Anwendung von geschmiedeten Kernträgern nothwendig, da sonst eine Durchbiegung des nur schwachen Kerns ungleiche Eisenstärke und eine Krümmung des Rohrs herbeiführen würde. Da aber diese Kernnägel oft zu undichten Stellen Veranlassung geben, so ist die Forderung immer lauter geworden, auch diese Röhren, wie die von grösserem Durchmesser, stehend zu giessen. Es geschieht dies in Dammgruben, in welchen die aus Masse gefertigten und getrockneten Formen, mit den Kernen versehen und durch Klammern zusammengehalten, durch Krahne eingehängt werden. Der Einguss befindet sich dann an einem Ende des Rohres, die Muffe in der Regel oben, selten, wie in Cöln, nach unten, um dies Ende dichter zu erhalten; ein besonderes Eindämmen der Kasten in den Dammgruben findet aber nicht statt.

Die Herstellung stehend gegossener Röhren in Masse erfordert, weil die an einem Tage geformten

Röhren erst eine Nacht hindurch trocknen müssen, das doppelte Inventarium einer Röhrenförmerei in Sand, — bei vorhandener disponibler Kraft dürfte hier die Anwendung des Trocknens mit heisser Luft, wie es später erwähnt werden wird, von grossem Vortheil erscheinen.

Das Putzen der fertigen Röhren, das Probiren und Schwärzen derselben wird bei den stärkeren Röhren erwähnt werden, da es bei beiden Arten gleichmässig ausgeführt wird. Bei letzterem bleiben die dazu dienenden Vorrichtungen allerdings abhängig von der Grösse der geforderten Fabrikation, zugleich aber auch davon, ob das innere Schwärzen der Röhren mit dem äussern gestattet ist, wie in England, oder ob nur, wie bei uns, gewöhnlich ein äusseres Theeren, ja oft das Rohbleiben der in die Muffen kommenden Rohrenden verlangt wird.

ε. Förmereiverfahren für Röhren mit grösserem Durchmesser.

§. 335. Allgemeine Bemerkungen. Während für schwache Röhren auch in England die Anwendung maschineller Vorrichtungen ausgeschlossen erscheint, — wenn nicht etwa in einzelnen, dem Besuche verschlossenen Glasgower Giessereien dergleichen bestehen und als Fabrikgeheimniss betrachtet werden, — treten dieselben um so mehr in ihr Recht bei der Herstellung von Röhren mit grösserem lichten Durchmesser.

Es war unmöglich, in liegender Stellung die Eisenstärken so schwach und zugleich so gleichmässig zu giessen, wie in senkrechter Stellung; gleichzeitig machte der Transport so schwerer Formkasten und Kerne, ihr Trocknen und Brennen, die Heranbringung des Eisens zu 16 Ctr. und mehr wiegenden Röhren, Vorrichtungen zu leichterer Handhabung nothwendig, und ist in dieser Beziehung von den grösseren Giessereien, namentlich bei Middlesborough und in Glasgow, sehr viel geleistet.

Wie schon die Literatur für Röhrenförmerei beweist, sind die geistreichsten Versuche durchgeführt, um allen Bedingungen zu genügen, welche in Bezug auf leichte und billige Herstellung dieser Röhren vorlagen.

Da der stehende Guss grosser Röhren mittelst Maschinen nicht nur diese Arbeitsmaschinen selbst, sondern auch kräftige Dampfmaschinen zu ihrem Betriebe verlangt; da ferner die Terrainverhältnisse der Werkstätten kostspielige Erdbauten für die unterhalb der Hüttensohle auszuführenden Arbeiten nothwendig machten; da starke Dampfkrahne zur stetigen Benutzung eine fernere Nothwendigkeit wurden, so waren nur die grössten Giessereien im Stande, so bedeutende Capitalien auf diese Einrichtungen zu verwenden. *Aber gerade diese konnten es auch, da sie vermöge ihrer Lage dicht an der See, oder wenigstens mit ihr in nächster Berührung, im Stande waren, die zur Verzinsung der Anlage nöthige und durch die schnelle Fabrikation auch herbeigeführte grosse Menge von Fabrikaten nach allen Gegenden abzusetzen; die Concurrenz der kleineren Hütten musste in diesem Handelsartikel bald aufhören, und die einmal eingerichteten Röhrengiessereien bemächtigten sich darin des Welthandels unbeschränkt durch theuern Transport, der auch der billigsten Fabrikation gerade in Gegenständen, die bei hohem Gewichte geringen Werth haben, sehr bald eine unübersteigliche Grenze entgegensetzt.*

Wenn trotzdem die bedeutendsten Förmereien *Glasgow's* im Röhrengeschäft, obwohl die Patentbeschreibungen der Röhrenformmaschinen bekannt geworden sind, ihre Werkstätten einzelnen Besuchern verschliessen oder bei gestatteter Besichtigung gerade diesen Theil ihrer Thätigkeit, — die maschinelle Röhrenförmerei selbst, — ausdrücklich vom Gezeigtwerden ausschliessen, so muss dies um so mehr auffallen, nachdem andere grosse und vielbeschäftigte Röhrengiessereien die ma-

schinelle Förmerei wieder eingestellt haben, wie in Middlesborough. Es bezieht sich diese Einstellung aber nur auf das eigentliche Einstampfen der Masse in die Röhrenformkasten, alle andern Einrichtungen sind stetig weiter entwickelt und in vollem Gebrauche.

Das Einstampfen der Masse mit Maschinen, sei es nun durch Schläge einer Stampfvorrichtung, sei es durch drückende Rollen (die Edler'sche und Sheriff'sche Maschine), soll nämlich zu Unregelmässigkeiten in der gleichmässigen Dichtigkeit der Masse und dadurch zu unverhältnissmässigem Ausschuss geführt haben, der bei der auf diesen Theil der Herstellung verwendeten Handarbeit bedeutend weniger aufgetreten sein soll. Ebenso sollen, wie bereits erwähnt, in zwei bedeutenden Röhrengiessereien in Deutschland, Bayenthal und Mülheim an der Ruhr, Sandstampfmaschinen in Anwendung gewesen, aber wieder verworfen sein.

§. 336. Maschinen-Förmerei nach Stewart (3. Methode). Stentz theilt eine in Taf. XXII, Fig. 1—3 wiedergegebene Skizze der in der Stewart'schen Giesserei gebräuchlichen Formmaschine für Röhren mit, die sowohl von dem frühern Stewart'schen Verfahren, als von den oben genannten Maschinen abweicht, indem sie durch spirale Windungen einer in ihren Gängen durchbrochenen flachen Schraube den Sand festdrückt.

Das Modell besteht aus einem kurzen, gut gedrehten Cylinder, der an einer senkrecht beweglichen Stange hängt. Ueber demselben befindet sich die nur in zwei Gängen umlaufende Spirale, die so weit auf allen Seiten über das Modell hinwegragt, als die Sandschicht beträgt, so dass sie dicht an den ebenfalls runden Kastenwänden läuft, ohne aber an dieselben anzustossen. Die Stange wird durch zwei über dem Kasten befindliche Lagerständer in gerader Richtung gehalten und kann sich in Metalllagern, von diesen horizontalen Ständern getragen, sowohl drehen, als auch senkrecht verschieben.

Zwischen den Ständern befindet sich ein Stirnrad auf der Stange, durch welches die Drehung derselben mittelst eines danebenliegenden Getriebes bewirkt wird, welches letztere mit der bewegenden Kraft in Verbindung steht. Die Hebung der Stange geschieht durch Gegengewichte, welche an Ketten über zwei Rollen laufen, die über der Maschine gewöhnlich am Dachgebälk hängen.

Die einformende Schraube ist an zwei Stellen, jede ziemlich $^1/_4$ des Umfangs einnehmend, so durchschnitten, dass die Spirale dort fortfällt, und gewähren diese Oeffnungen dem durch einen Trichter einfallenden Formsande den Zugang unter die drückenden Spiralen, die sich mit dem Modell bei der stetig drehenden Bewegung so weit heben müssen, als der darunter festgedrückte Sand ansteigt, während auch hier die Gegengewichte ein zu festes Eindrücken der Formmasse, wie ein Stehenbleiben der Vorrichtung verhindern.

Ist der gerade Theil des Rohres in dieser Weise geformt, so wird der Kasten unter der Maschine fortgerückt und die Muffe nach einem besondern Holzmodell eingesetzt.

Nach dem Trocknen wird der Kern eingehängt, der unten, wie bei allen diesen Formmethoden, in einer Oeffnung der Formsohle seinen richtigen Halt findet, und zu seiner obern Befestigung und Geradstellung ein Aufsetzkasten auf die Stirnwand der Formkasten gesetzt, welcher in der Mitte den Raum zum Kern und um denselben herum die Eingüsse enthält, die deshalb ziemlich hoch angenommen sind, um gleichzeitig als Drückgüsse (verlorener Kopf) zu dienen. Auf diese Weise wird auch das Muffenende des Rohres dichter und es können bei der grössern Menge des im Eingusse enthaltenen flüssigen Eisens nicht so leicht Blasen daselbst entstehen, wie bei kurzen und kleinen Eingüssen.

§. 337. Sheriff'sche Maschinen. (2. Methode.) Taf. XXII, Fig. 4—5 stellt nach einer in England von Stentz erhaltenen Zeichnung die patentirte Sheriff'sche Maschine zur Röhrenförmerei dar, welche

nur wenig von der bereits erwähnten Maschine abweicht. Das Modellstück wird, senkrecht an einer durch conische Räder umgetriebenen Stange hangend, gedreht und mit ihm zugleich 6 schrägliegende kleine Scheiben, welche mit ihrer innern Peripherie das Modell, mit ihrer äussern die Kastenwände berühren.

Diese Scheiben drücken den Sand bei ihrer Drehung um das Modell fest, das sich gleichzeitig allmälig hebt, so dass die Sandauflagerung in 6 Schraubengewinden angedämmt erscheint. Die Zeichnung ergiebt besonders deutlich die Aufschütt- und Leitvorrichtung für den eingeschütteten Sand. Ein auf den Kasten durch kleine Säulen getragener Trichter ist unten durch einen conischen Deckel so geschlossen, dass ein Auslaufen des in ihn geschütteten Sandes nur an der Peripherie beider geschehen kann, und wird die Grösse dieser Ausflussöffnung durch eine Schraube geregelt, die sich nebst ihrer Mutter mit Flügeln über dem Trichter befindet und die Modellstange durch sich hindurchgehen lässt, ebenso aber auch ein die letztere umschliessendes Blechrohr. Dieses Rohr hat an seinem untern Ende eine kegelförmige Erweiterung, welche die Druckscheiben mit ihren Wellen vor der Zuschüttung mit Sand schützt und diesen selbst an die Peripherie des Modellstücks leitet, so dass er nur zwischen die Scheiben fallen kann und von diesen erfasst werden muss.

Damit dies Rohr beim Höhersteigen des Modells ohne Belastung des letztern mitgeht, ist es an zwei über Rollen gehende Ketten aufgehängt, welche ein Gegengewicht tragen, durch welches das Gewicht des Rohres balancirt wird.

Die Einstellung des Aufschüttetrichters richtet sich gänzlich nach der Eisenstärke des zu formenden Rohres und lässt sich derselbe mit einigen Abänderungen für jede mechanische Herstellung der Röhrenform benutzen, während er, da er die Form oben verschliesst, für die Handarbeit bei derselben nicht zur Anwendung kommen kann.

Die ganze Vorrichtung ist durch einen auf dem

Gebälke der Hütte laufenden Schlitten, der seine Bewegung durch eine bewegliche Zahnstange erhält, auf diesem Gebälke verschiebbar und kann deshalb für nebeneinanderstehende Formkasten nacheinander verwendet werden, muss aber immer so festgestellt sein, dass die Modellstange genau in die Mittellinie des Formkastens fällt, damit der Sand auf allen Seiten des Rohres möglichst gleichmässig vertheilt und ein Anschleifen einzelner Druckscheiben gegen die Kastenwände vermieden werde.

§. 338. Einformen mit Handarbeit. Wie bereits angeführt, fand bei Stentz's Besuch in mehreren Giessereien, namentlich in Middlesborough, aber auch in Glasgow, die Anwendung der Formmaschinen nicht statt, dagegen ein Formen nach Theilmodell und ein Einstampfen mit der Hand.

In dem leeren Kasten hängt an einer Kette ein Modellstück, ungefähr 3 Fuss lang, oben mit dem Kettenhaken, unten aber mit einer Warze versehen, welche beim niedrigsten Stande des Modells in einer Vertiefung am untern Stirnrande des zweitheiligen zusammengesplinteten und runden Formkastens genau in der Mitte und ebenso genau senkrecht unter dem Aufhängepunkte feststeht.

Zwischen Modell und Kasten schüttet nun ein Arbeiter die Masse und ein anderer stampft sie mit langen Stempeln von Rundeisen, unten mit spatelförmigem Ansatz versehen, fest, wobei er fortdauernd um den Kasten herumgeht. Gleichzeitig findet ein gleichmässiges Heben des Modells statt, indem sich die Kette langsam um die Scheibe eines Dampfkrahnes windet, der nur zu dieser Arbeit dient. So wird allerdings nicht allzu schnell, aber wohl fast so schnell, als es bei sorgfältiger Arbeit durch die Maschinen geschehen kann, das Modell immer höher gezogen und gleichzeitig wie gleichmässig die Masseform gebildet, bis das Modell fast den Kasten verlassen hat.

Beim Höhersteigen des Modells werden allmälig immer kürzere Stampfer angewendet, die von ver-

schiedenen Längen, aber sonst gleicher Construction vorhanden sind.

Man schreitet nun zum Einformen der Muffe, zu welcher ein Ringmodell, innen anschliessend an das Röhrenmodell, so dass die Modellkette durch dasselbe hindurchgeht, an zwei Ketten über dem Apparate hängt, also auch über das Rohrmodell gestreift werden kann. Dies geschieht an einer bestimmten Stelle, an welcher auch der Kasten eine trichterförmige Ausbauchung hat; indess wird das Ringmodell, während die Bewegung des Krahnes unterbrochen ist, eingedämmt. Die schwachen Ketten des Muffmodells laufen an der Decke über Rollen, und ist dasselbe durch Gegengewichte balancirt, so dass es nach oben abgezogen und dann das Rohrmodell ganz ausgehoben wird.

Nach dem Einsetzen des Kernes umschliesst man diesen durch zwei oder drei vorher bereit gehaltene Kernstücke von gebranntem Lehm, die im Kernkasten geformt werden und sich zwischen die obersten Kastenwände und den Kern legen, so dass die durch sie hindurchgehenden Eingüsse den obern Rand der Muffenform berühren und die Form dadurch geschlossen ist.

cc) Neuere Vorrichtungen zur Maschinenförmerei und spezielle Versuche in Deutschland, die englischen Vorrichtungen einzubürgern.

§. 339. Es ist schwer, den Zeitpunkt ungefähr festzustellen, zu welchem die deutschen, überhaupt die festländischen Giessereien dazu übergingen, die Arbeit der Förmerei durch den Maschinenbetrieb zu unterstützen. Die ersten Versuche fanden nur sehr vereinzelt statt, und bei dem Verfolgen der Sache stiess man auf manche unvorhergesehene Hindernisse, die mehr oder weniger ihren Grund in der Verschiedenheit der englischen und der deutschen Betriebs- wie Handelsverhältnisse hatten.

Die Arbeit mit den Formmaschinen konnte bei der unvollkommenen Arbeitstheilung nicht in dem erforderlichen Maassstabe betrieben werden und calcu-

lirte sich deshalb meistens theurer, als die in manchen Bezirken an sich schon sehr wohlfeile Handarbeit. Es lag deshalb nahe, die Einführung maschineller Hülfsvorrichtungen bei der Förmerei da zu versuchen, wo Massenartikel fabricirt wurden, die in nur wenig Formen in die Welt gehen. Solche Artikel sind in Deutschland die Falzplatten, die Ringe für Ofenplatten, die Röhren, die Geschützkugeln, endlich die Räder stärkeren Kalibers.

Die Arbeiten von Stentz gaben Veranlassung, dass die Einführung der Formmaschinen auf dem Giessereien des Staats versucht wurde und auf der Eisengiesserei bei Gleiwitz zunächst in Angriff kam. Später betheiligte sich auch die Königl. Eisengiesserei zu Berlin an der Angelegenheit, wenn auch nur indirect. Sie hatte wegen des geringen Umfangs ihrer ganzen Anlage, wie auch des Betriebes, nur ein secundäres Interesse an dem Verfolgen dieses Fortschrittes, während die mit mächtiger Concurrenz scharf ringende Gleiwitzer Eisengiesserei weit mehr der technischen Hebung bedurfte.

§. 340. In welcher Weise sich Stentz die Anwendung der englischen Methoden auf die heimathlichen Fabrikationsgegenstände dachte, geht aus den auf den Tafeln X und XI reproducirten Mechanismen hervor, die für Kochherdringe eingerichtet sind. In ganz gleicher Weise versuchte man die Darstellung der Falzplatten, machte hierbei aber die Erfahrung, dass für diesen Artikel eine sehr starke, sogar doppelte oder dreifache Führung nothwendig sei, um das Federn der Modellplatten beim Aufstampfen des Sandes zu verhüten.

Selbst kurze Platten, von 12—15 Zoll Länge und 3 Zoll Breite, nur in der Mitte an der Führungsspindel sitzend, ergaben bei den ersten Giessversuchen Platten, welche an den Enden stärker, als in der Mitte waren, während der Falz selbst unverändert bleiben musste.

Diese Platten waren durchaus nicht zu gebrauchen, und da zum Ueberflusse auch noch andere Theile des Apparates zu schwach gebaut und für die ober-

schlesischen Arbeiter zu wenig widerstandsfähig sich erwiesen, konnte von den Maschinen in ihrer damaligen Bauart kein Gebrauch gemacht werden. Ausserdem aber zeigte sich als Erforderniss für das Gelingen der Maschinenförmerei eine gleichmässige Vorbereitung des Formsandes von solcher Wichtigkeit, dass, für Gleiwitz wenigstens, wo damals es an einer hinlänglich geräumigen Vorbereitungsanstalt fehlte, die Frage der Einführung der Formmaschinen vertagt werden musste.

§. 341. Eine anderweitige Anwendung der Maschinenförmerei wurde ebenfalls in Gleiwitz angeregt und in Gemeinschaft mit der Berliner Eisengiesserei bearbeitet.

Es war dieses Vorgehen durch die starke Nachfrage der Jahre 1865—1869 für eiserne Munitionskerne veranlasst, welche ausser den Giessereien der Kriegsverwaltung noch die Hüttenwerke des Staats und manche namhafte Privatgiessereien beschäftigte.

Die in Berlin nach Angaben des Hütteninspectors Petzeld von Gleiwitz erbaute Maschine gründet sich ebenfalls auf das Prinzip des Modellausziehens. Ein Aufstampfen des Sandes mit Maschinen war hierbei von vornherein noch weniger in's Auge zu fassen, als bei den andern Artikeln, da die Geschosskerne eine so empfindliche Revue passiren müssen, dass eine besondere Routine dazu gehört, um die Festigkeit des Stampfens der augenblicklichen Sandqualität, Feuchtigkeit, Frische u. s. w. anzupassen, und dass also eine durchaus uniforme Behandlung des Sandes vorhanden sein müsste, wenn eine maschinelle Kraft das Comprimiren ausführen sollte. Die Versuche, welche mit der Maschine angestellt wurden, ergaben befriedigende Resultate, aber man wurde sich klar bewusst, dass für ein so überbeschäftigtes Werk, wie es eine Giesserei mit einem ausgedehnten und mannigfachen Fabrikationsplane nothwendigerweise ist, die Einführung von so durchgreifenden Aenderungen der Arbeitspreise in ruhigere Zeiten verlegt werden müsse.

Die Anfertigung des Inventars der Form-

maschinen erfordert begreiflicherweise, wegen der sorgfältigen Bearbeitung sämmtlicher Stücke, eine weit grössere Summe an Arbeit, zusammengesetzt aus Kraft und Zeit, als das gewöhnliche Giessereiinventar; das war der Grund für die genannten Werke, einstweilen von der Einführung der Neuerung abzusehen, um so mehr, als besondere Fonds zur Ausführung der Versuche nicht gewährt und deren Kosten auf den laufenden Betrieb übernommen werden sollten.

§. 342. Auf Taf. XII sind die Details der Kugelformmaschine abgebildet. Fig. 1 giebt ein Bild der zusammengestellten Vorrichtung im Durchschnitt, wo *P* den Formkasten, *W* das Modell, das bis zur Linie *g h* aus der Formplatte, die aus Hartblei besteht, hervorsieht, bezeichnen.

Diese Formplatte liegt auf einer gusseisernen Unterlage, die den obern Theil des Maschinenständers oder Kastens bildet. Zwischen dieser Unterlage und einer besonderen, daran festgeschraubten Platte *v*, dem Getriebehalter, liegen die beiden Getriebe *o*,*o*, die gleichzeitig die Muttern der festen, am Modell befestigten Spindeln *s*, *s* sind. Beide Muttern werden durch das Hauptrad *x* mittelst eines Hebels *a* bewegt, der auf die Spindel von *x* aufgesteckt und durch die Mutter *i* festgehalten wird.

Der Knopf *n* des Hebels vermittelt den Anschlag im Punkt *z*, wenn zur Lösung des Modells nach dem Einstampfen der Hebel von *g* nach *z* bewegt wird.

Der Formkasten findet an der rechten Seite des Gestells eine vorstehende Anschlagleiste, welche genaueste Stellung gestattet.

Weiter bezeichnen Fig. 2 die Vorderansicht der Kugelformmaschine ohne Getriebe und Kugelmodell, d. h. des Maschinenständers, der vorn offen ist, um den Hebel zugänglich zu machen;

Fig. 3 die obere Ansicht desselben;

Fig. 4 einen vertikalen Längsschnitt (nach *A B* der Fig. 2);

Fig. 5 die vordere Ansicht der Formkastenhälfte;

Fig. 6 die obere Ansicht derselben;

Fig. 7 den Durchschnitt nach *c d* der Fig. 5;
Fig. 8 die Seitenansicht des Kugelmodells;
Fig. 9 u. 10 geben die Anordnung der Getriebe;
Fig. 11 u. 12 die Disposition des Getriebehalters, welcher in die eiserne Unterlage des Maschinenständers eingeschraubt ist und drei Oeffnungen zum Einlagern der Getriebe besitzt;
Fig. 13 u. 14 zeigen den Schlüssel, der aus der offenen Vorderseite des Maschinenständers herausragt und von dem Punkt *y* nach dem Punkt *z*, und umgekehrt, bewegt, die Hebung oder Senkung des Modellstückes *w* veranlasst.

§. 343. Weitere Versuche der deutschen Hüttenwerke, die Formmaschinen anzuwenden, sind wenig bekannt. Ein Mechanismus zum Stampfen der Röhrenformen, den die beiden renommirtesten rheinischen Giessereien, Mülheim a. d. Ruhr und Bayenthal bei Köln, eingeführt hatten, musste später der durch anderweitige Verbesserungen ausserordentlich vervollkommneten Handarbeit weichen und wurde ganz abgestellt; er lief darauf hinaus, durch eine schraubenartig gewundene Fläche, die sich um das Rohrmodell herum bewegte, den Sand zwischen diesem und dem Formkasten festzudrücken, und lehnt sich einer der von Stentz beschriebenen Methoden von Stewart an (S. 473). Gerade für die Röhrenförmerei sind so viel anderweitige Verbesserungen vorgeschlagen worden und auch zur Ausführung gelangt, dass man von der Zeitersparniss durch Maschinenarbeit absehen kann. Das Verfahren von Haldy in Pont-à-Mousson, das demselben nachgebildete von Böcking auf dem Hallberg bei Saarbrücken, zu Wasseralfingen, in Hannover u. a. a. O. entwickelte die Röhrenproduktion zu einer solchen Stärke, dass es kaum möglich erscheint, durch Maschinen, in Verbindung damit, die Leistung noch zu steigern. Es kann nur noch die Anwendung permanenter Formen einen erheblichen Schritt weiter führen.

Eine Ausnahme von dem Gesagten bilden die im Ganzen weit seltener vorkommenden weiten Rohre, also über 12 Zoll im Allgemeinen. Für diese und besonders für die stärksten Kaliber tritt in der Herstellung ganzer Modelle ein belastendes Moment auf die Seite der herkömmlichen Arbeit und macht die Einrichtung genau arbeitender und in den Dimensionen veränderlicher Maschinen nützlich.

§. 344. Die einzige Vorrichtung, welche in neuerer Zeit vielfach in Deutschland eingeführt worden ist, betrifft die Räderförmerei. Im vorhergehenden Kapitel wurde bereits der Vorrichtungen gedacht, die durch Combination eines Modellstückes mit einem Kreistheilmechanismus das Einformen der Zahnräder von jedem beliebigen Durchmesser und jeder beliebigen Zahnzahl ermöglichten. Während die Methoden von Ferrouilh und de Louvrié wesentlich auf dem Prinzip der Theilmaschinen beruhen und die Anfertigung von Zahnkernen voraussetzen, die nachher mittelst der Vorrichtung placirt werden — bildet die von Jackson in Manchester erfundene Maschine bereits einen selbstständigen Mechanismus, hat aber die Nachtheile eines sehr schweren, umfänglichen und doch wenig beweglichen Apparates.

Schon die Anordnung eines drehbaren Tisches, auf dem sich der Formkasten mit seinem plastischen Inhalt bewegen soll, gleichgültig, welches der Durchmesser auch sei — muss als eine fehlerhafte Construktion bezeichnet werden. Die Schwierigkeit, auf einer horizontalen, um eine vertikale Achse sich drehenden Scheibe einen grossen Räderformkasten vollzustampfen, ohne die Stellung der Scheibe und die Genauigkeit ihres Spiels vorübergehend und dauernd zu stören — steigert sich dadurch, dass die Hauptarbeit, diejenige, bei welcher der grösste Grad von Genauigkeit erforderlich ist, am Rande der Scheibe vorwiegend stattfindet, denn da liegt doch der Zahnkranz.

Die Art, wie dieser in seiner Form erzeugt wird, indem ein radial über den Radkranz hinwegragender, ausserhalb desselben festgelegter Arm mit dem Modell-

stück beliebig verstellt werden kann, ist keine in dem Räderbau anschaulich begründete, sondern auf eine künstlichere Auffassung basirt, dem Arbeiter also fremder und weniger einleuchtend. Die Einführung dieser Maschine war deshalb von vornherein anzuzweifeln, und ist in der That auch nicht gelungen — eben so wenig, als die in der Ruffer'schen Fabrik bereits 1855 üblich gewesene Methode, mit einem Modelltheil und einer Theilscheibe Zahnkränze zu formen.

Alle diese Vorrichtungen erforderten eine lange Lehr- und Uebungszeit von Seiten des Arbeiters, ergaben dagegen durchaus keine sicheren Resultate und waren nicht in jedem Sinne Maschinen, d. h. selbstcontrolirende und selbstthätige Apparate mit manueller Bedienung.

§. 345. Die Anforderungen, welche an eine Räderformmaschine gestellt werden können, erfüllt allein die im Jahre 1865 patentirte Vorrichtung von George Lamb Scott (Specification A. D. 1865, 25. October, Nr. 2751), die neuerdings viele Verbesserungen erfahren hat.

Die beste Darstellung derselben hat Felbinger in der Zeitschrift des Oesterr. Architekten- und Ingenieurvereins, 1869, S. 93 (daraus Dingler's Journal, 194, S. 292, und praktischer Maschinenconstrukteur, 1869, S. 194), gegeben, nebst Abbildungen, denen die auf Taf. XIII befindlichen Darstellungen nachgebildet sind. Die von Felbinger mitgetheilte Construktion stimmt nicht mehr genau mit der dem ursprünglichen Patent zu Grunde liegenden überein, sondern zeigt in der Fundamentirung und in einzelnen anderen Details bereits einige Verbesserungen.

Wie aus den Fig. 1, 2 und 3 hervorgeht, besteht der Apparat aus einer Spindel, die in einem gusseisernen, mit Fundamentplatte verschraubten Ständer festgehalten wird. Auf dieser Spindel steckt eine zweite hohle Spindel, welche an ihrem oberen Ende das Schneckenrad des Theilapparates, fest aufgekeilt, trägt. Auch diese Spindel ist fest, d. h. für gewöhnlich nicht drehbar, und um ihre obere dünnere Hälfte

bewegt sich eine Hülse, welche das Lager der Schnecke trägt und mittelst zweier Backen die Führung des horizontal verschiebbaren Rahmens bildet, an dem das Modell angebracht ist.

Alle diese Theile sind leicht auseinander zu nehmen, und nur der Fundamentständer, der gewöhnlich bis zur angedeuteten Höhe in der Erde vergraben steht, bleibt nach gethaner Arbeit stationär. Das Uebrige wird weggenommen und aufgehoben.

Der Ständer wird, bevor er eingegraben und beschüttet wird, auf einem Steinwürfel oder einer Cementunterlage befestigt, um eine möglichst nicht variable Lage zu besitzen.

In Giessereien, welche viel Getriebe und Zahnräder giessen, bringt man zwei, auch mehr vollkommen gleiche Fundamentständer an verschiedenen Orten der Hütte an und wandert unmittelbar nach dem Formen der Zähne mit den abnehmbaren Theilen des Apparates von dem einen dieser Orte zum andern, ohne Zeit verlieren und Ausputzen, Trocknen, Schliessen der Form, sowie Abguss und Abkühlung abwarten zu müssen.

§. 346. Das Hauptstück der ganzen Vorrichtung, der horizontal verschiebbare Rahmen (frame), besteht aus zwei Balken, die an den Enden miteinander verbunden sind. Er kann durch eine lange Schraubenspindel horizontal verschoben, dadurch auch das am ausladenden Ende angebrachte Querhaupt in beliebige Entfernung vom Spindelmittel gebracht und durch zwei in Schlitzen der Balken angebrachte Kopfschrauben an die Backen der Schneckenradhülse festgeschraubt und fixirt werden.

An dem Querhaupt befindet sich eine Prismaführung für das einzuformende Radmodell, und es dient also die Schraubspindel des Rahmens dazu, den Radhalbmesser festzustellen.

Das Zahnmodell wird mit Holzschrauben an der untern Querplatte des Prismas angeschraubt und das Prisma wird durch ein Kettengetriebe und eine Schnecke auf- und abbewegt. Um die Lage

des Modells während des Umstampfens zu sichern und namentlich ein Heben zu verhindern, ist auf der Vorderseite der Prismenhülse eine mit einem Griff versehene Druckschraube vorhanden, welche es gestattet, in kürzester Frist das Prisma in seiner Bewegung zu arretiren. Die Disposition des Prismas erhellt aus Fig. 4, welche einen horizontalen Durchschnitt desselben zeigt.

Um die Theilung hervorzubringen, d. h. das Herumdrehen des Modells um die Achse des Apparats, greift in das feste Schneckenrad der Achse eine Schnecke; diese lagert in dem Oberende eines von der beweglichen, den frame tragenden Hülse ausgehenden Armes und wird ihrerseits wieder von einer an dem frame angebrachten Welle aus mit Stellrad bewegt.

Dieses Stellrad ist so eingerichtet, dass es nur immer um ein bestimmtes Intervall vorwärts bewegt werden kann, damit der Arbeiter nicht gezwungen ist, den Gang des Apparats an dem Vorrücken des Modells zu controliren. Die Handkurbel der bewegenden Welle geht zu dem Behufe auf einer Scheibe mit vorstehendem Rand, in dem sich Einschnitte zum Feststellen der Kurbel in bestimmten Stellungen vorfinden.

§. 347. Die Vermittelung der Handwelle mit der Schnecke geschieht durch eine Reihe von Getrieben, welche in einem abnehmbaren Bügel eingelagert sind und beliebig gewechselt werden können.

Wenn das Rad auf der Handspindel n Zähne hat, das Rad auf der Schneckenspindel n^1 Zähne, wenn ferner die Umdrehungszahl der Hauptspindel x ist, so besteht die Relation

$$x \frac{n}{n_1} = \frac{180}{N},$$ wenn das grosse Schneckenrad 180 Zähne hat und wenn N die Zahnzahl des zu formenden Rades beträgt.

Bei x Umdrehungen der Handspindel werden die Balken des frame mit dem Zahnmodell um einen

Winkel verdreht, der einer Anzahl $\frac{180}{N}$ der durch die Schnecke voranbewegten Zähne des grossen Schneckenrades entspricht.

Durch Aenderung von n n[1] in x kann man jedes beliebige N erhalten; zu dem Zwecke sind der Maschine eine Anzahl kleinerer Räder mit gleicher Theilung und Bohrung beigegeben, aber mit verschiedenen Zahnzahlen. Die nothwendige Combination mit Hinblick auf eine bestimmte Zahnzahl kann man aus einer Tabelle ersehen, die gleichfalls der Maschine beigegeben zu werden pflegt.

Einem geschickten Ingenieur bietet sich hierbei Gelegenheit, durch Einschalten von verschiedenen Stücken die Maschine in eine sehr elastische Vorrichtung zu verwandeln, welche zu vielerlei Dingen gebraucht werden kann. Auch durch Verbindung der die Horizontalverschiebung des frame bewirkenden Schraubenspindel mit der Handspindel der drehenden Bewegungsmechanismen kann man den Gang des Modells in einen nicht kreisförmigen verwandeln. Man kann Spiralen der verschiedenartigsten Beschaffenheit, Ellipsen u. s. w. drehen; es kommt lediglich auf das Verhältniss des horizontalen Weges zum peripherischen des Modells an, und dieses lässt sich durch Rädercombinationen zwischen den beiden Spindeln beliebig variiren.

Die Magdeburgische Actiengesellschaft für Dampfschifffahrt und Maschinenbau lässt die Scott'schen Maschinen schon seit langer Zeit arbeiten, um die für die Ketten- und Seilschleppschiffe nothwendigen Getriebe herzustellen.

Der intelligente Leiter der Giesserei, Ingenieur Glauer, benutzt die Maschine in der ausgedehntesten Weise, um die verschiedensten Aufgaben zu lösen und Modelle zu sparen.

§. 348. Die Förmereiarbeit mit der Scott'schen Maschine zerfällt in zwei Theile — in die Herstellung der Rand- und in die der eigentlichen zweitheiligen

Form, von der die eine Hälfte in der Sohle des Arbeitsraums, die andere in einem Kasten hergestellt wird.

Die Kerne können mit Hülfe eines Armmodells mit der Maschine selbst auf Sandunterlagen angefertigt werden und müssen später genau abgerichtet und beputzt werden.

Zweckmässig ist es, unter Umständen die Armmodelle aus Lehm zu machen, sie in die mit der Maschine ausgedrehte Kernform zu legen und dann die Kerne, mit Kerneisen versehen, dazwischen zu stampfen.

In welcher Weise man die Maschine zum Formen der Haupttheile der Form benutzt, geht aus den Fig. 5 und 6 hervor. In Fig. 5 wird auf der massiven Spindel der Maschine (Hülse und frame sind abgenommen) ein Spannring *a* in der erforderlichen Höhe befestigt; darauf gleitet der Schablonenring *b* mit dem Halter *c*, in welchem die Schablone *d* steckt. Es wird auf der Sohle der Hütte, d. h. in beliebiger Höhe darüber, eine Fläche abgedreht, welche den oberen Flächen der Nabe, der Radarme und des Kranzes entspricht. Nachdem die Schablone und ihr Zubehör abgenommen ist, die Fläche mit Staub bestreut wurde, setzt man den Oberkasten darauf und markirt ihn gleich mit tief in den Sand der Sohle zu treibenden, event. schon vorher angebrachten eisernen Winkeln zum sichern Einstellen — legt den Einguss an die Nabe — umgiebt die Spindel mit einer losen eisernen Hülse, die mit dem Formkasten durch Streben verbunden wird, und stampft den Kasten voll, streicht ab, macht den Eingusstrichter, zieht das Eingussmodell aus und hebt den Kasten ab. Umgelegt, stellt er sich dar wie Fig. 6. In die Hülse steckt man eine Kreuzbüchse (Fig. 7) und putzt mit einer kleinen Schablone die Oberfläche des Kastens aus. Auch dreht man häufig im festgestampften Inhalt des Oberkastens erst jetzt die rechte Fläche.

Nachdem dieses geschehen, dreht man ganz in ähnlicher Weise, wie in Fig. 5, die Unterfläche des Rades in den Boden hinein, und so, dass die ganze

Zahnhöhe in denselben kommt; mit dem obern Rand der Zähne fällt die Trennungsfläche beider Kasten zusammen.

§. 349. Sobald dieses vollendet ist, setzt man die hohle Spindel und den frame auf, stellt das Zahnmodell ein, lässt es bis auf den Boden der Form herunter, arretirt, stampft, hebt, rückt weiter, senkt, arretirt und stampft wieder. In den meisten Fällen wird ein Zahnintervall geformt, also zwei gegenüberliegende Zahnflächen und die Innenfläche des Intervalls. Dadurch schliesst man die Arbeit von dem bereits vollendeten Theil der Form ab und verhütet das Eindrücken. Auch arbeitet man, wie Fig. 4 zeigt, oftmals mit 2 Zähnen und 1 Intervall. Es ist nicht von Wichtigkeit, auf der einen oder anderen Einrichtung zu bestehen; beide haben Berechtigung.

Sobald der Umkreis vollendet ist, hebt man die Maschine wieder von der Spindel ab, zieht diese aus dem gusseisernen Ständer und füllt das im Sande dadurch gebildete Loch wieder aus (nachdem man den übergreifenden Verschluss auf den Ständer gesetzt hat). Unterdessen sind die Kerne fertig geworden, werden eingepasst, nachgebessert, eingesetzt; der Oberkasten erhält seinen Platz und die Form ist nach erforderlicher Belastung giessbereit.

Die Leistung ist derart, dass ungefähr ein Mann im Stande ist, ein Rad von 36—60 grossen Zähnen, wie sie die Remorqueurs des Tauereibetriebes brauchen, in 2 Tagen vollkommen fertig zu stellen, und von einer Sauberkeit, die mit einem Holzmodell nicht erreichbar ist.

Für kleinere Räder hat man die Jackson'sche Idee benutzt und dreht den Kasten auf einem Tisch unter dem nur nach einer Richtung horizontal verschiebbaren frame. In diesem Falle ist die Maschine nicht mehr der einheitliche Apparat, den Scott zuerst zusammengestellt, und es sind zwei Gruppen von Bewegungsgliedern: der Tisch mit Schnecke u. s. w. und der hin und her zu schiebende frame.

Die Scott'sche Maschine ist einer ganzen Reihe von Anwendungen fähig und erspart ein colossales Modellinventar. Zu ihrer Einführung gehört aber ein leicht bearbeitbarer Sand und eine intelligente Leitung der Giesserei, sowie die Ausbildung des Rädergusses zu einer Spezialität.

Zwei dieser Bedingungen, die der Verfasser hervorheben muss, gelten überhaupt für die maschinelle Vervollkommnung der Giesserei- und Förmereiprozesse.

1) So lange man einem Formmaterial Nichts zumuthen kann, so lange es ungleich, schwankend in der Qualität ausfällt, so lange ist an keinen dauernden Erfolg der Maschinenförmerei zu denken.

2) Dann gehört dazu die Nothwendigkeit, grosse Mengen von gleichen Dingen herzustellen oder kostbare Arbeiten, wie Modellanfertigungen u. s. w., zu ersparen.

Abtheilung c. *Die Darstellung der Formen, das Giessen und das Herausnehmen der Gussstücke.*

§. 350. Die Beschreibung der Manipulationen der Förmerei macht den Inhalt dieser Abtheilung aus, welche die allgemeinen Grundsätze des Formens, des Giessens und des Herausnehmens der Gussstücke behandelt, die Ausnahmen aber und einzelne Beispiele in die zweite Hälfte des Hauptabschnittes verlegt, wo bestimmte Fabrikationsbranchen abgehandelt werden sollen. Es ist, wie in diesem Buch überhaupt, eine Wiederholung von Einzelheiten nicht zu vermeiden und deshalb ist ein Zurückgreifen auf bereits Gesagtes oder Angedeutetes ziemlich häufig.

Diese Abtheilung wird durch die Abbildungen auf den Taf. XIV—XVIII erläutert und lässt sich in verschiedener Weise eintheilen.

Betrachtet man das Formmaterial, so hat man zu unterscheiden:

1) Magerer Sandguss;
2) Fetter Sandguss oder Masseguss;

3) Lehmguss;
4) Schalen- oder Kapselguss.

Nimmt man die Art, einen Gegenstand einzuformen, als Gesichtspunkt, so kommt man, wie schon bei der Modellanfertigung und der Betrachtung der Armaturen gesagt worden ist, zu der folgenden Eintheilung des Stoffes:

1) Herdförmerei;
2) Kastenförmerei;
3) Förmerei ohne Modelle und Kasten (Lehmguss zum grössten Theil);
4) Schalen- oder Kapselguss.

Daraus combinirt sich folgende Eintheilung:

1) Herdförmerei
 aa) offene,
 bb) verdeckte.
2) Kastenförmerei in Sand
 aa) zweitheilige,
 bb) mehrtheilige.
3) Kastenförmerei in Masse
 aa) mit Modell bewirkte
 bb) theilweise oder ganz ohne Modell bewirkte.
4) Lehmförmerei
 aa) einfachere,
 bb) complicirte,
 cc) Kunstförmerei in Lehm u. s. w.
5) Schalenförmerei.

1) Herdförmerei.

§. 351. Die allgemeinen Manipulationen der Herdförmerei reduciren sich auf zwei Hauptarbeiten:

das Zurichten des Herdes,
das Einformen und Abgiessen.

Das Zurichten des Herdes ist für beide Arten des Herdgusses dasselbe, für den offenen wie für den bedeckten. Die Vorsicht dabei richtet sich nach der Beschaffenheit des Terrains, auf dem die Hütte steht. Ist der Grund an sich locker, liegt die Hütte auf gro-

bem und magerem Sand, so bedarf der Herd nur geringer Zurichtung; wo aber fetter Boden sich vorfindet oder wo ein sehr fester, feiner, sandiger Grund vorhanden ist, muss man in der Zubereitung des Förmereiherdes weit vorsichtiger sein.

In solchem Fall gräbt man den Boden wenigstens bis zu 3—4 Fuss Tiefe auf, entfernt das ausgegrabene Material, pflastert den Grund der so hergestellten Grube mit Kalkstücken oder irgend einem anderen porösen Material und überschüttet diese luftige Schicht mit grobem Formsand von magerer Beschaffenheit, der also etwas Compression verträgt, ohne an Porosität zu verlieren. Darauf kommt als eigentliches Formmaterial eine gehörig starke Schicht besseren Formsandes, in welcher die Formarbeit selbst zu geschehen hat.

Sind Gegenstände zu formen, welche bedeutendere Stärken haben, so gräbt man den Herd bis zu genügender Tiefe auf, stellt das Modell hinein und umsiebt es mit dem besseren Formsand, während der Rest des gewöhnlichen Formherdes stehen bleibt.

Das Einformen selbst geschieht vorwiegend durch Eindrücken des Modells in den locker, aber gleichmässig aufgesiebten und sorgfältig geebneten Herd. Wird das Eindrücken recht geschickt gemacht, dann ist die Compression des Sandes an allen Stellen der Form eine gleichmässige. Um das Planiren des Herdes nach der Horizontalen zu bewirken, schlägt man in den Herd ein paar starke Leisten gleich hoch ein und richtet sie mit der Setzwage vollkommen horizontal; darauf gleitet eine den Herd vollkommen bestreichende Holzschiene, hochkantig aufgestellt und planirt die Oberfläche des locker aufgesiebten Sandes vollständig. Wenn das Modell in den Sand eingetrieben ist, umstampft man die Ränder desselben genau und streicht sie genau ab; demnächst sticht man in den Rand der Form schräge Luftkanäle mittelst des Luftspiesses, der überhaupt bei der Herdförmerei fleissig gebraucht werden muss. Bei manchen Gegenständen macht man die Form tiefer als die Dicke des Gegen-

standes es erheischt, und schneidet dann an mehreren Stellen Niveaus ein, bis zu denen die Form gefüllt werden soll; oft auch, und das ist bei dünnen Gegenständen der Fall, giesst man nur eben soviel Eisen von bestimmtem Hitzgrad ein, als nothwendig ist, um den Boden der Form zu bedecken.

Die Beispiele erläutern die hierher gehörenden Methoden am Besten. Sie sind eingetheilt in solche für den offenen und solche für den bedeckten Herdguss.

aa) Offner Herdguss.

§. 352. Der offne Herdguss schliesst die Herstellung aller der Gegenstände ein, bei denen es nicht auf das glatte Aussehen aller Oberflächentheile ankommt. Folgende Beispiele erläutern denselben.

Die Form eines Frischfeuerboden (Taf. XIV, Fig. 1) wird hergestellt, indem man das dicke plattenförmige Modell in den Herd eintreibt und umstampft. Es werden an drei Seiten z. B. bei *a* die Lüfte gestochen; auf der vierten Seite *a* gegenüber befindet sich die Giesskellenstelle und der Gusstümpel, auf dessen Grund das Eisen gegossen werden muss, um in ruhigem Fluss die Form zu erreichen. Ein direktes Aufgiessen des Eisens muss vermieden werden, weil die Form nicht so fest gestampft werden darf, dass man nicht ein Abschälen und Ausfressen in diesem Fall zu befürchten hätte. Der Giesstümpel, auf dem das Eisen nicht erstarrt, kann dagegen fester gestampft sein.

Die Form eines Wellrings für Hammerwellen (Taf. XIV, Fig. 2 u. 3) bietet insofern Eigenthümliches, als die Eingüsse einander gegenüber liegen; sie zeigen schräg gelegte Rinnen, um die Abkehrscheite hinein zu halten. Bei Abkehrkrücken ist diese Vorsicht nicht nöthig, wohl aber bei den Holzscheiten, welche Theile des Giesskanals mit fort reissen könnten, wenn man sie in einen glatten gleichförmig gestalteten Kanal halten wollte. (Abkehrscheite sind nur in holzreichen Gegenden noch üblich, sonst durch Abkehrkrücken meist ersetzt).

Die Formen eines Ambosses für Frischhütten, mit weicher Bahn und einer dazu gehörigen Chabotte (Taf. XIV, Fig. 4 u. 5) bieten insofern Eigenthümliches, als beide Gegenstände umgekehrt eingeformt und gegossen werden.

Das Modell der Chabotte ist deshalb auch getheilt, so dass der Boden sich abnehmen lässt, um den Kern gehörig stampfen zu können. Die Luft desselben tritt durch das bedeckende Eisen aus, so lange dieses flüssig ist, nachher durch den Herd.

§. 353. An der Form eines Wellzapfens für Frischfeuergeschläge oder Gebläse (Taf. XIV, Fig. 6) ist der schräg nach der Ecke der Form führende Eingusskanal bemerklich; da das direkte Hineinführen des Eisens die Form leicht alteriren würde, muss eine solche Anordnung getroffen werden. Sehr häufig verbindet man diese Form mit partiellem Hartguss, indem man dem Zapfen eine Schale giebt, dieselbe auf das Modell stülpt und in der Form sitzen lässt.

Einfachere Beispiele von Herdguss liefert die Förmerei von Roststäben, ganzen Rosten von oblonger oder kreisförmiger Gestalt. Alle diese Theile, Roststäbe, Roste und Ofenschienen werden in den Sand eingetrieben, wagerecht gerichtet, umstampft und mit Einguss versehen, der oft eine Gabelung und Vertheilung des Metallstroms bewirkt.

Interessant ist die Förmerei der Herdgussgitter. Taf. XIV, Fig. 7 stellt den Querschnitt eines Stabes nach der in Tangerhütte ausgeführten Methode dar. Die Modelle sind sehr stark, werden aber nur bis an eine bestimmte Stärke eingedämmt, welche allerdings auch nur bis zur Hälfte vollgegossen wird. Bei diesen Gegenständen kommt es sehr darauf an, das Eisen gleich zu vertheilen, so dass keine schwachen Stellen sich bilden können. Wenn ungleiche Querschnitte vorkommen, z. B. zwischen Rahmen und Sprossen der Fenster ein Unterschied nothwendig ist, so giesst man das Eisen zunächst in die schwächeren Theile und deckt dieselben gleich nach dem Erstarren mit Sand zu.

§. 354. Die bisher geschilderten Beispiele geben die Herdförmerei mit fertigem Modell. Es giebt aber Fälle und es sind dieses die zahlreichsten, wo ohne Modell verfahren wird und entweder nur Gerippe desselben oder Theilstücke angewendet werden; auch Formen, welche durch Rotation bestimmter Profile hervorgebracht werden, kommen vor und erfahren ausgedehntere Anwendung. Unter den Beispielen verdienen vor Allem Erwähnung die gewöhnlichen Herdplatten von 1 Centimeter Stärke und den verschiedensten Grössen. Sie werden mit Rahmen geformt, die man auf eine leicht geschlagene Fläche auflegt und in gewöhnlicher Weise umstampft. Bei diesen Herdplatten kommt es sehr darauf an, dass Temperatur des Eisens, Qualität desselben, Beschaffenhiet des Formmaterials u. s. w. zusammen stimmen, da sonst ein Krummziehen der Platten unvermeidlich ist. (Vergl. das I. Bd. Gesagte). Etwas complicirter in der Förmerei ist die Herstellung von Façonplatten (Taf. XIV, Fig. 8). Die hier gewählte Aufgabe ist eine Vorderplatte zu einem Frischherde, mit Schlackenschlitz versehen.

Erst wird ein Quadrat geformt, nachdem man sich innerhalb desselben den Herd vorbereitet und leicht geschlagen, sowie geebnet hat, dann werden zwei Umrisse und mittelst eines Winkels weiter zwei Ränder und mittelst zweier Leisten abgedämmt. Zum Formen des ersten Quadrates dient ein hölzerner Rahmen, der wie beim Formen der Herdplatten die Eisenstärke als Dicke haben muss und auf den mit der Richtwage geebneten und mässig gestampften Herd aufgelegt wird. In dieser Art formt man alle zu einer Puddel- oder Schweissofenarmatur gehörigen, mit Oeffnungen und Ausschnitten versehenen Platten, ohne die geringsten Modellkosten zu haben.

§. 355. Die Darstellung von Rotationsformen z. B. eines Ofenkranzes (Taf. XIV, Fig. 9) erfolgt in nachstehender Weise: Man bedient sich dazu einer rotirenden Schablone, die sich um einen auf einem Formbrett oder einem besonders eingerichteten räderartig gebil-

deten Centrum befestigten Nagel dreht. Bei einem glatten Profil, wie das hier abgebildete, wird die Schablone, nachdem sie umstampft ist, weiter geschoben.

Auch Wasserradkränze kann man in derselben Art formen, wenn an dem Modell die doppelten Leisten für die Schaufeln befestigt sind. Hier kann natürlich nicht geschoben werden; man muss das Modell heben und dann weiter einsetzen, wodurch die Arbeit nicht schwieriger aber zeitraubender wird als bei dem glatten Kranz. Dennoch ist die Herstellung solcher Kränze mittelst Schablonen vortheilhafter als mit ganzen Modellen.

§. 356. Einige Schwierigkeit bei dem Guss verursacht die in manchen Fällen gebotene Anwendung von Lehmkernen bei offnem Herdguss. Fig. 10 auf Taf. XIV stellt die Form einer hohlen Walze für Erzquetschen dar, welche mit besonderem Einguss versehen ist, der in tangentialer Richtung in den untersten Theil der Form einmündet, um die Form möglichst zu schonen, namentlich aber um die Walzenoberfläche recht rein zu erhalten. Der Kern muss hier sehr stark belastet werden, wenn er nicht gehoben werden soll.

Eigenthümlich ist noch die Darstellung von Formstiften oder Gussnägeln für den eigenen Bedarf der Förmerei. Eine Anschauung der Form giebt Taf. XIV in Fig. 14 im Profil und Fig. 15 den Giesshügel von vorn gesehen. Bei dem Herabrieseln des Eisens aus der gemeinschaftlichen Eingussrinne füllen sich die mit einem Luftspiess hergestellten einzelnen Stiftformen mit Eisen an; der Ueberrest sammelt sich im ebenfalls gemeinschaftlichen Sammelkanal am Fuss des Giesshügels.

bb) Verdeckter Herdguss.

§. 357. Der Herdguss wird verdeckt, wenn er eine glatte Oberfläche haben soll und doch nicht in den Bereich der Kastenförmerei gezogen werden kann. Man verdeckt ihn entweder durch einen mit

Sand gefüllten Formkasten oder mit Verdeckplatten; jenes, wenn der Guss keine bedeutende Oberfläche hat und bequem unter einem der Sandformkasten zu bewegen ist, das Letztere, sobald ungewöhnliche Grössenverhältnisse obwalten.

Die Behandlung des Kastenverdecks ist der Kastenförmerei überall vollkommen entsprechend, so dass wir hier nur die andre Methode beschreiben. Die Anwendung von Kasten als Verdeckstücke ist überhaupt nur eine mangelhafte Kastenförmerei, insofern dabei ein Unterkastenumriss durch Eintreiben von Blechstücken in den Herd hergestellt ist, der die Stelle des Deckkastens markiren hilft.

Ein interessantes Beispiel bietet die Form eines Radkranzes mit Verdeckplatten. Es handelt sich um einen Kranz mit Holzkämmen zum Mühlenbetrieb, ohne Armkreuz und mit Laschen zur Aufnahme von Holzarmen.

Das Modell ist auf der unteren Seite mit aufgenagelten Kernmarken versehen und wird im Ganzen eingeformt, während die Kerne in einer Kernbüchse aus Masse dargestellt und getrocknet, dann überschlichtet und wieder getrocknet werden, wie dieses bei der Behandlung der Masseförmerei beschrieben wird.

Auf die geebneten Ränder der Form werden, so lange das Modell noch darin ist, Segmente einer gusseisernen Ringplatte, mit Lehm unterwärts geschlichtet, gelegt und sorgfältig an einander gepasst, so dass zwischen mehreren derselben schmale Zwischenräume zum Abführen der Luft bleiben. Diese Lufträume können auch in den Platten selbst sein, indem man Löcher hineinbohrt.

Wenn Alles passt, hebt man die Verdecke ab und legt sie um die Form herum auf ihre Oberseite, um sie nicht zu verwechseln, dann hebt man das Modell aus, macht die Eingusskanäle, 3—4, radial auf die Innenperipherie der Form gerichtete Rinnen, zurecht und putzt die Form sauber aus. Dann setzt man die Kerne für die Zahnhöhlen ein und legt die Verdecke auf, deren Fugen mit etwas steifem Sandlehm am Besten

zu bestreichen sind, um den Abschluss genau zu machen. Wenn die Fugen mit einigen Holzkohlen getrocknet sind, belastet man die Verdecke mit eisernen Gewichten und verdämmt Alles mit Sand, besonders um die Lüfte herum, führt in diesen Sandwällen den näheren Einguss von Aussen her nach dem zum inneren Einguss hinabführenden Trichter herüber und umdämmt den Letzteren möglichst hoch, weil scharf gegossen werden muss.

Auf Taf. XIV ist in Fig. 10 ein radialer Durchschnitt der Form an einer gewöhnlichen Stelle, in Fig. 12 ein solcher durch den Einguss dargestellt.

§. 358. Complicirte Aufgaben des Herdgusses werden oft in kleinen Giessereien versucht, deren Arbeiterlöhne gering, deren Modellkosten hoch sind, und bei denen direkt aus dem Hochofen gegossen wird.

Balken mit Tförmigem Querschnitt und gewölbter Form, zur Anlage von Gewölben über einer grossen Halle wurden auf der Eisengiesserei zu Malapane theilweise ohne Modell im verdeckten Herd gegossen. Nur das Vertikalblatt des Balkens, welches das Profil der gewölbten Form angeben musste, war modellirt und wurde mit der (oberen) convexen Seite in den Herd geschlagen, dann dieser nach dem Profil der concaven Seite abgestrichen, die Rippe mit einem leicht gekrümmten kurzen Modellstücke auf der abgestrichnen Fläche geformt und das Ganze mit Verdecken zugedeckt, so dass die Auflagerplatten der Enden mit der Hüttensohle in einer Ebene lagen und allein offen blieben.

Schleifsteintröge für Ambossschleifereien u. s. w. mit schrägliegenden Seitenverdecken und einer oben offnen Form gehören ebenfalls hierher.

Taf. XVI, Fig. 13 stellt den Durchschnitt der fertigen Form dar, unter der sich ein schmaler aber hoher Luftkanal befindet. Es wurde hierbei zunächst eine hinlänglich tiefe Grube in den Herd gegraben, um den Luftkanal in Form einer Latte einlegen zu können; nachdem dieser eingestampft war, stellte man die bei-

den trapezförmigen Langseiten des Troges auf und stampfte sie innen und aussen fest, wobei darauf zu achten war, dass die zwischen den Seiten im Innern des Troges befindliche Masse lockerer gehalten war als der äussere Herd.

Die Begrenzung dieses lockeren Kerns an den schrägen Seiten geschah durch glatte Bretter von der betreffenden Breite, welche auf die Stossflächen der Langseitenmodelle gelegt wurden. Deren Aussenfläche entsprechend wurde der Sand über die Breite des Trogs beiderseits glatt abgestrichen und dadurch das Auflager für die schräg zu legenden Verdecke geschaffen, die in gewöhnlicher Weise herzurichten waren. Nachdem dieselben angepasst worden, zog man die Modellbreter der Langseiten heraus und putzte den Kern von allen Seiten. Nachdem die Verdecke aufgelegt worden waren, bestimmte man die Eingüsse durch konische Stäbe, beschüttete die in den Fugen verschmierten Verdecke sorgfältig mit dem vorher ausgeworfenen Herdsand, wobei eine passende Beschwerung nicht unterlassen wurde und vollendete endlich die Form auf die in der Skizze angedeutete Weise.

2) Kastenförmerei in Sand.

§. 359. Die allgemeinen Manipulationen des Kastengusses sind folgende. Das Modell wird in der Regel nicht in den Sand eingedrückt wie bei dem Herdguss, sondern auf einer dasselbe gleichmässig unterstützenden Unterlage mit Formmaterial überstampft.

Die Unterlage besteht für Gegenstände, die sich oft wiederholen, aus einem Gypsabguss der einen Seite, der in einem festen Holzrahmen enthalten ist. Bei ganz einfachen Formen wendet man starke Bretter an, in welchen die Contour des Objects mit schiefen Flächen ausgeschnitten ist, so dass das Modell nicht hindurchfallen kann, sondern fest aufliegt. Das geschieht beispielsweise bei der Rohrgiesserei, wie später besonders gezeigt werden soll.

Bei Stücken, die selten vorkommen, verfährt man oft so, dass man auf einem Formbrett einen Haufen Sand feststampft und das Modell hineintreibt, dann die Sandoberfläche so weit glättet und abgränzt, als es erforderlich ist. Nachdem die Oberfläche mit trockenem Streusand isolirt worden ist, stülpt man den einen Kasten mit der Passleiste auf das Formbrett und beginnt die Manipulation des wirklichen Formens damit, dass man mit einem feinen Sieb etwas besseren, namentlich frischeren Sand auf das Modell aufstreut und erst, nachdem dasselbe bedeckt ist, den Kasten mit gewöhnlichem Sand füllt und verstampft.

Das grosse Geheimniss der geschickten Förmer ist der richtige Grad der Compression, den sie dem Sand zu geben wissen und der sich nach Gestalt und Lage des Objects, sowie nach der Art des Sandes richten muss. Man muss die von der Gestalt des Stückes wesentlich abhängige Gusslage des Gegenstandes im Auge behalten, um dem Sand überall die richtige Consistenz zu geben.

Kerne müssen locker gehalten werden, ebenso die Massen des Unterkastens da, wo die abziehenden Gase des Formsandes schwereren Ausweg finden und nicht durch das die Form anfüllende Metall gehen sollen. Der Oberkasten kann fester gehalten werden, weil er dem Treiben des Eisens widerstehen muss; dagegen ist es nothwendig, die Masse des Oberkastens mit Luftkanälen zu versehen resp. dieselben hinein zu stechen. Auf die Disposition des Eingusses muss ebenfalls Acht gegeben werden; man leitet das Eisen so in die Form, dass es ohne Stoss in dieselbe gelangt und erst dann andere Direktionen annimmt, wenn der Fluss langsamer geworden ist.

Die übrigen Theile der Form werden ebenso behandelt wie der zuerst geformte und die Trennungsflächen erhalten den gleichen Ueberzug von trocknem Sand, der das Aneinanderhaften der Kasten verhindert.

aa) Zweitheilige Kastenförmerei.

§. 360. Das einfachste Beispiel für die Sandförmerei im zweitheiligen Kasten ist die gewöhnliche Ofenplatte, glatt oder verziert; ferner gehören hierher die Ofenthüren, Falz- und Kochringplatten, Ofenschienen u. s. w.

Manche dieser Dinge sind auf beiden Hauptseiten glatt, manche sind auf einer oder auf beiden Seiten mit Verzierungen resp. Erhabenheiten versehen, wieder andere bestehen aus durchbrochenen Verzierungen, ohne den plattenförmigen Charakter zu verlieren und den Uebergang zn den Gittern zu vermitteln. Das Förmereiverfahren ist sehr einfach. Man legt auf ein Modellbrett, das in manchen Fällen etwas ausgestochen sein muss, um sehr starke Reliefs des Gegenstandes aufzunehmen, das Modell mit der nicht verzierten Seite auf und übersiebt die Hauptseite, welche meist in den Unterkasten kommt, mit feinem Sand in dünner Lage. Dann füllt man den übrigen Theil des Unterkastens mit gewöhnlichem Sand an, streicht ab, sticht feine Lüfte bis nahe auf das Modell und wendet mittelst eines Formbrettes um, hebt das Modellbrett ab und putzt die blossgelegte Trennungsfläche, sowie die andre Seite des Modells sorgfältig ab. Hierauf bestreut man die Sandfläche mit Streusand, setzt den Oberkasten auf und stellt den Einguss an die richtige Stelle, übersiebt das Modell in derselben Weise wie beim Einformen des Unterkastens und füllt, nachdem man bei grösseren Kasten eine Spreize eventuell eingelegt hat, mit dem übrigen Sand, stampft gleichmässig und streicht die Kastenoberfläche mit dem Richtscheit glatt ab.

Dann lockert man das Eingussmodell, zieht es heraus und erweitert den Trichter nach oben zu, um das Giessen zu erleichtern. Wenn der Guss sehr rasch geschehen muss, z. B. bei sehr dünnen Sachen, ist oft eine Erhöhung der Eingussränder erforderlich, welche natürlich vor dem Ausheben des Eingussmodells gemacht werden muss.

§. 361. Man hebt darauf den Oberkasten vorsichtig ab, stellt ihn seitwärts auf, putzt die Unterfläche desselben, glättet und befestigt die etwa locker gewordenen Stücke und feuchtet einzelne Kanten der Form mit Wasser leicht an.

Aus dem Unterkasten hebt man mittelst einer in das Modell einzudrehenden Griffschraube, nachdem man die Oberfläche des Sandes von dem überflüssigen Streusand befreit und die Verzweigungen des Eingusses geschnitten hat, das Modell aus, nachdem es durch vorsichtiges Klopfen gelockert.

Das Ausheben geschieht anfänglich ganz langsam und vorsichtig; man sucht zu spüren, ob Sandtheile am Modell hängen geblieben sind, oder ob es sich leicht ablöst. Dann hebt man entweder rasch aus oder man drückt noch einmal ein und klopft auf das Modell.

Bei Platten, wo die Vertikalflächen des Gegenstandes sehr niedrig sind, ist das Ausheben einfacher als bei hohen Stücken.

Nachdem das Modell heraus ist, putzt man die Form aus und stäubt nun beide Kastenhälften mit Staub aus kurzbrüchiger Holzkohle ein, den man feststreicht, wo glatte Flächen sind. Verzierungen muss man durch nochmaliges Einlegen des Modells oder durch vorgängiges Stäuben vor dem Sandaufsieben einen glatten Ueberzug geben. Die fertigen Kastenhälften stellt man nun zum Guss zusammen, verklammert oder beschwert sie und verstreicht die Fugen mit gewöhnlichem Sand, eine Maassregel, die nicht nöthig ist, sobald nicht zu starke Anwendung des Streusandes stattgefunden hat und die Kasten fest auf einander ruhen.

Taf. XV zeigt in Fig. 1 den Vertikaldurchschnitt einer verzierten Ofenplatte oder Ofenthür, woraus die Einfachheit der Procedur hervorgeht.

Bei grossen Platten, z. B. den grösseren Falz- und Kochherdplatten u. s. w. kann von dem Umwenden des Unterkastens und der Anwendung eines Modellbrettes natürlich keine Rede sein; man verfährt wie beim Herdguss und schlägt das Plattenmodell in den auf der Hüttensohle stehenden Unterkasten, oft auch

in den Herd der Hütte ein und setzt dann den Oberkasten darauf. Der Rest des Verfahrens ist ebenso, wie bei der Förmerei in kleinerem Kasten, nur steigert sich die Zahl und die Ausbreitung der Einguss-kanäle.

§. 362. Roste und Ofenschienen werden ähnlich behandelt, wie bei dem Herdguss; sie kommen ganz in den Unterkasten und werden mit der Aschenfläche nach oben gekehrt, also steil geformt. Nur bei den Ofenschienen herrscht die flache Lage vor. Von beiden Gegenständen kommen zugleich mehrere in einen Kasten zu liegen, die aus einem Vertikaleinguss gegossen werden, der auf einen breiten Horizontaleinguss zu stehen kommt, von dem aus Zweige nach den einzelnen Objekten führen.

Eine besondere Rolle spielen die noch zeitweilig vorkommenden hohen und dünnen Roststäbe für Locomotivfeuerungen. Von Anwendung eines Modellbrettes ist hierbei nicht die Rede, indem man so schmale Objekte durch Umstampfen ganz sicher auch unterstampfen kann. Man treibt die Modelle horizontal aber hochkantig in den hinreichend vorgesiebten Sand und richtet sie mit der Setzwage so, dass sie nach der einen, dem Einguss abgewendeten Seite ein wenig geneigt sind, um das Ausgiessen zu erleichtern. Ist ein Unterkasten vorhanden, so stellt man diesen etwas schräg. Nachdem sie umstampft sind, streicht man den Sand ab und glättet die Trennungsfläche, um sie dann mit Streusand zu isoliren.

Der Oberkasten kann hierbei sehr fest gestampft werden, da er wenig Gase entwickelt, indem die metallberührte Oberfläche im Verhältniss zur Masse nur sehr unbedeutend. Die Belastung des Kastens braucht ebenfalls nur sehr gering zu sein, da das Treiben des Metalls nicht Fläche genug findet, sich hinreichend zu entwickeln.

Taf. XV, Fig. 2 und 3 giebt die Darstellung der Form eines runden Tafelrostes für Oefen und zeigt in dem Grundriss des offnen Oberkastens (Fig. 3) sehr deutlich die Disposition des Horizontaleingusses, der

sich ebenso oft gabelt, als die Form natürliche Gusskanäle darbietet. Dieses Prinzip der Vertheilung des flüssigen Eisens wendet man noch vielfach und namentlich in den complicirtesten Fällen an, wo es darauf ankommt, das einfliessende Metall so zu leiten, dass es die verschiedensten vom Einguss gleich weit entfernten Punkte ziemlich zu gleicher Frist erreicht und nirgends durch Stagniren des Flusses die Bildung einer Gusshaut und dadurch Schweissnäthe verursacht.

§. 363. An die Förmerei von Rosten, Roststäben, Ofenschienen u. s. w. schliesst sich die Darstellung einfacher Maschinentheile, welche im Gegensatz zu jenen vorwiegend Dinge von massiger Construktion, d. h. einem stärkeren Verhältniss der Masse zur Oberfläche sind.

Einfache Lager zu Mühlenwerken, Getriebe, Zahnräder ohne Arme mit gröberer Theilung u. s. w. gehören hierher.

Ueber die Darstellung dieser Klasse des Maschinengusses lässt sich im Allgemeinen Nachstehendes sagen:

Sie verlangen ein dichtes, durchaus fehlerfreies Gefüge und müssen deshalb unter höherem Druck gegossen werden, als ihre Gestalt, das Verhältniss der Masse zur Oberfläche eigentlich verlangt. Es handelt sich hier nicht darum, das Eisen in eine Form von engem Querschnitt zu treiben und durch einen gesteigerten Druck dieses zu erleichtern, sondern in einer leicht auszufüllenden Form soll das Eisen unter dem Druck eines breiten und hohen Eingusses erstarren und dadurch dicht und fehlerlos werden.

Eine weitere Vorsicht ist Abkühlen des Eisens, so weit es seine Giessbarkeit zulässt und Giessen mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit.

Die Luft muss einen hinreichend freien Austritt besitzen, um das Einfliessen des Eisens nicht zu hindern; aus diesem Grunde sorgt man namentlich für die

Luftabführung aus der Form selbst und ihr während des Gusses gesteigertes Entweichen.

Die Entzündung dieser Luft wird verzögert, bis die Form beginnt, sich zu füllen und bis das Entweichen der Luft mit bedeutenderer Geschwindigkeit stattfindet.

Das plötzliche Entzünden der Luft ruft stets eine Explosion hervor, die sich nach dem Innern der Form verpflanzt, wenn die Luft eben noch langsamer strömt, — dadurch entsteht sehr leicht ein Abbrennen der Schwärze, d. h. des Staubes und ein Anbrennen des Sandes geschieht leichter.

Indessen ist diese Vorsicht bei den kleineren Sandformen noch immer nicht so wichtig als bei grösseren und bei Masse- resp. Lehmformen von grosser Dimension.

§. 364. Die Förmereimethode für kleineren einfacheren Maschinenguss ist veranschaulicht durch die Figuren 4—8, Taf. XV, welche Lagerklötze, Lagerschaalen und kleine Getriebe darstellen. Der Lagerklotz, Fig. 4 und 5, sowie das Getriebe, Fig. 8, kommen ganz in den Unterkasten, während sich die Lagerschaale in dem Oberkasten befindet, da sie mit der convexen Seite nach oben gegossen wird.

Bei dem Getriebe bemerkt man die sowohl in den Ober- als in den Unterkasten reichenden Kernmarken, hier von quadratischem Querschnitt.

Der Kernkasten ist im Grundriss Fig. 9 wiedergegeben und hat natürlich genau die Länge der Kernmarke des Modells.

Die meisten dieser Dinge werden auf dem Modellbrett geformt, obwohl geschickte Arkeiter sie auch in den Sand des Unterkasten eintreiben und umstampfen.

Wenn Profiländerungen an derselben Axe am Modell vorkommen, oder wenn die Form des Gegenstandes Höhlungen zeigt, in welchen sich der Sand leicht fortsetzen kann, greift man zu Theilungen des Modells.

Das Mühllager mit Kreuzflügelzapfen auf der Rückseite, dessen Modell auf Taf. IX, Fig. 6 ab-

gebildet ist, wird in der Art geformt, dass die Kreuzflügel in den Oberkasten, der Lagerkasten incl. Boden in den Unterkasten zu liegen kommen.

Das Lager Fig. 5 derselben Tafel kommt in den Unterkasten zu liegen und die Sohlplatte desselben wird zuerst abgehoben, ehe man den Körper des Ständers herauszieht. Dabei bleiben die Kernmarken, welche sich im Oberkasten abformen, beim Abheben desselben sitzen, da sie nur lose auf dem Modell verstiftet sind.

Aehnlich ist es mit dem Kreuzflügelzapfen Fig. 7 derselben Tafel; derselbe wird in der gezeichneten Situation abgegossen, so dass also der grössere Flügel wagerecht und im Unterkasten liegt. Der Zapfen selbst kommt zur Hälfte in den Ober-, zur Hälfte in den Unterkasten; der eine der kleineren abtrennbaren Flügel liegt im Unterkasten, der andere im Oberkasten. Beide werden nach der Trennung der Formhälften besonders herausgezogen.

Die Eingüsse, denn ein solches Stück braucht deren zwei, münden an der Langseite des wagrecht liegenden Flügels, der eine am äusseren Ende, der andere entgegengesetzt.

§. 365. Eine Abweichung von der horizontalen Lage des Gegenstandes zeigt die Form eines Klinkenlagers Taf. XV, Fig. 10, dessen Innenflächen den Aussenflächen nicht parallel laufen. Dadurch wird, um eine mehrtheilige oder eine Kernstückenförmerei zu vermeiden, eine mehr diagonale Lage bedingt, um die Innenflächen des Lagers vertikal zu stellen. Das Modell darf aber in dem Oberkasten keine zu tiefe Höhlung mit scharfen Winkeln bilden, da sonst der Zusammenhang des Formmaterials im Oberkasten zu leicht gestört werden könnte. Man hüllt deshalb die ebenfalls vertikal gestellten Seitenflächen des Lagerklotzes in den Sand des Unterkastens ein und formt die frei bleibenden zwei Flächen in einen ziemlich hohen Oberkasten ab, so dass ein Zusammenfallen der Form nicht zu befürchten ist. In welcher Art der Eingusstrichter angebracht werden muss, zeigt die Fig. 4 durch das aufgestellte Modell des Eingusses, der übrigens

eine ziemlich starke Erweiterung erhalten muss, um den erforderlichen Druck beim Gusse zu geben.

Wenn man bei solchen Dingen, die wie dieses Lager eine Höhlung von grösserer Tiefe als Weite haben, das Verfahren des Modellbretes nicht einschlagen kann oder will, muss man die Höhlung im Modell mit locker gepresstem Sand füllen und dann erst das Modell in der rechten Stellung in den Sand des Unterkastens drücken. Unterlässt man diese Vorsicht, so füllt sich die Höhlung schlecht oder gar nicht an, indem die von den unteren Lagerflächen bei Seite geschobenen Sandmassen nicht mehr Substanz genug hergeben, um die Höhlung zu füllen. Die vorgängige Füllung darf nicht so fest sein, dass sie von der Wand festgehalten wird; die rechte Mitte zu treffen, lehrt uns die Erfahrung.

§. 366. Ein wichtiger Theil des complicirteren Maschinengusses ist der Räderguss, der meistens in zweitheiligen Kasten, allerdings mit mannigfachen Kunstgriffen ausgeführt wird.

Die hierher gehörenden Formen sind

a) Räder mit glatter, gerader oder convexer Bahn, also Fahrräder, Riemscheiben, Stellräder, Schwungräder;
b) Räder mit glatter oder concaver Bahn, also Seilrollen, Seilscheiben, Schnurräder u. s. w.
c) Räder mit gezahnter Bahn, also Zahnräder aller Art, Stirnräder, Kammräder, Winkelräder.

Allgemeine Regeln für die Räderförmerei kann man nicht aufstellen — soviel aber ist zu bemerken.

Sie werden sämmtlich in horizontaler Lage gegossen, wobei das Armkreuz oder die dasselbe eventuell vertretende Scheibe in den Unterkasten, doch an die Grenze der beiden Kasten zu liegen kommt.

Kreuzförmiger, Tförmiger und einfacher (rechteckiger oder runder) Querschnitt der Arme, Gestaltung der Nabe u. s. w. — machen in jedem

Einzelfall besondere Veränderungen der Formmethode nothwendig.

Besondere Ausnahmen macht die Darstellung von Stirn-, Kamm- und Winkelrädern mit Höhlungen für hölzerne Zähne, Holzkämme. Eine sinnreiche Kernkastenanordnung hat hier die zeitraubende Anfertigung und das Einsetzen von einzelnen Kernen verdrängt.

Einen Ausnahmefall machen die Räder mit concaver Peripherie. Sie bilden gewissermassen den Uebergang zur Förmerei im dreitheiligen Kasten und repräsentiren eine einfache Anwendung von sogenannten Kernstücken oder Sandtheilen der Form.

Bei allen Rädern mit Ausnahme der Schwungräder ist die grösste Rücksicht auf die Darstellung der Peripherie, d. h. der Bahn und demnächst der Nabeninnenfläche zn nehmen, besonders, wenn eine Bearbeitung der bezüglichen Oberflächentheile stattfindet.

Geringe Massen bei grossen Oberflächen sind hierbei ebenso hinderlich als grössere Massen bei weniger dominirender Oberfläche. Jene begünstigen die Bildung unganzer Stellen durch Schweissnäthe u. s. w., diese wirken befördernd auf die Bildung von Nestern und Höhlungen, die namentlich dicht unter der Gusshaut recht unangenehm sein können.

§. 367. Die Räder mit glatter Bahn lassen sich eintheilen in symmetrische und in unsymmetrische Räder. Die symmetrischen Räder sind solche, deren sämmtliche Theile eine gemeinschaftliche Symmetrieebene haben, bei denen die Theilungsebene des einen Theils auch die Theilungsebene eines anderen Theils ist.

Schwungräder, Riemscheiben, Stellräder, Seilrollen und Schnurscheiben gehören in diese Kategorie.

Alle übrigen Räderformen, namentlich die Fahrräder bilden die zweite Gruppe.

Das Einformen der symmetrischen Räder geschieht stets so, dass die Theilungsebene der Form mit der Symmetrieebene des Rades zusammenfällt. Um

das Abheben des Oberkastens zu erleichtern, löst man alle (von der Theilungsebene aus) stark vorspringenden Theile im Modell ab und lässt sie beim Abheben des Oberkastens in diesem stecken, um sie nachher besser herausziehen zu können.

Das geschieht meistens mit der Nabe und der oberen Kernmarke derselben, doch auch der Kranz muss getheilt werden, wenn er sehr breit und dünn, wie bei den Riemscheiben, oder mit concaver Rinne versehen ist, wie bei den Seilrollen und Schnurscheiben. Auf Taf. IX ist an dem rohen Riemscheibenmodell bereits eine solche Theilung angedeutet, ebenso an dem Modell für Seilrollen. Bei so getheilten Modellen formt man gewöhnlich mit Hülfe des Modellbrettes, das man auch bei flachen symmetrischen Rädern oft benutzen kann.

§. 368. Die Form eines gewöhnlichen leichteren Schwungrades, wie es für landwirthschaftliche Maschinen gebraucht wird (Taf. XV, Fig. 11 u. 12), zeigt neben der einfachsten Räderform gleichzeitig die normale Disposition der Eingüsse *aa* für Rädergüsse aller Art; eine Disposition, die sich nur mit der Zahl der Arme ändert.

Bei rechtwinkligem Querschnitt von dergleichen Schwungrädern legt man die ganze Bahn des Rades in den Unterkasten, um nicht auf der Mitte der Peripherie eine Gussnath zu erhalten. Bei Schwungrädern setzt man auf den Ring einen oder mehrere Steigetrichter, *bb* in Fig. 11 und 12, weil die Masse des Ringes bedeutend und zu starkem Schwinden geneigt ist und durch Saugen ein Nachtreten des Eisens verursacht. Sonst liebt man es gerade, den Ring stärker abzukühlen als die Arme, weil diese in der Regel schwächer sind und durch den Ring in eine gefährliche Spannung versetzt werden.

Tritt bei Schwungrädern von einigem Gewicht diese Gefahr zu deutlich auf, so theilt man den Ring an einer Stelle und giebt den Armen eine ungerade Anzahl, wenn man nicht vorzieht, den Ring für sich zu

giessen und das Armkreuz aus einem andern Material herzustellen.

Bei solchen grossen Kasten, wie sie zur Räderförmerei gebraucht werden, ist ein Verstreben des Oberkastens zum besseren Zusammenhalt des Formmaterials entschieden nothwendig. Das geschieht bei viereckigen Kasten durch Spreizen und Gehänge, bei runden durch Gehänge, besser noch durch Fächer, die der Kasten eingegossen erhält.

§. 369. Für Riemscheiben gilt betreffs der allgemeinen Anordnung der Form wesentlich das für die Schwungräder Gesagte.

Durch die eigenthümliche Form des Kranzes und durch die Theilung des Modells treten hier aber einige Besonderheiten auf, die erwähnt werden müssen.

Da die Bahn der Riemscheiben mehr oder minder breit ist, so schneidet jede Hälfte des Modells tief in die betreffende Kastenhälfte ein; deshalb bedarf man zum Guss von Riemscheiben stets etwas hoher Kasten. Besonders hoch muss die Oberkastenhälfte sein, um dem Sand den nothwendigen Widerstand zu geben. Bei einer Riemscheibe von einigem Durchmesser (24—30 Zoll) ist es schon nothwendig, dem Sand des Oberkastens durch Gehänge noch mehr Widerstand zu verleihen, wie das besonders bei den Formen der verzahnten Räder der Fall ist. Besser ist es, wenn die Kasten Fächer haben, die nahe über der Trennungsfläche aufhören und deren Radien es gestatten, dass die Bahn der Riemenscheibe zur Hälfte im Oberkasten Platz finde.

Kleine Riemscheiben mit sehr breiter Bahn und starker Nabe formt man nicht mit ausgearbeitetem Modell, sondern mit einem vollen Modell und Sandkernen für die Intervalle der Arme.

Ein solcher Kernkasten ist Taf. XVI, Fig. 13 gezeichnet und giebt gleichzeitig die allgemeine Anordnung solcher Kernkasten für unsymmetrische Gegenstände. Drei solche Kerne füllen die Form des Rades aus und stossen dabei genau radial aneinander, wobei man eine zu starke Nath zu vermeiden hat. Stufen-

scheiben gehören unter die unsymmetrischen Räder und erfordern ganz besondere Kerne und bei hinreichender Stufenzahl auch dreitheilige Kasten.

§. 370. Andre symmetrische Räder bedürfen keiner besonderen Erläuterung durch Zeichnungen, da sie ganz in derselben Weise angefertigt werden, wie die Beispiele, welche im Vorstehenden angeführt sind. Nach Zahl und Lage der Arme werden nur in der Disposition der Eingüsse einige unwesentliche Abänderungen getroffen, die dem Ermessen des geschickten Arbeiters in jedem einzelnen Fall überlassen bleiben müssen.

Schnurscheiben, Seilrollen geben Beispiele von Kastenförmerei mit Kernstücken und gehören eigentlich in das Gebiet der mehrtheiligen Förmerei.

Die Oberfläche eines solchen Maschinentheils zerfällt in drei besonders abzuformende Stücke, die Oberfläche, Unterfläche und die concave Peripherie.

Da das Modell normal zur Hauptsymmetrieebene nicht aus der Form gezogen werden kann, ohne die Sandfüllung der peripherischen Hohlkehle oder Rinne mitzunehmen, ist es nicht möglich, wie es bei symmetrischen Rädern sonst geschieht, den Radkranz ganz oder zur Hälfte in den Unterkasten zu legen und man muss in Folge dessen einen Kunstgriff anwenden, der darin besteht

1) das Modell, wenigstens den Kranz zu theilen,
2) die Kehle des Rades durch eine besondere Sandschicht abzuformen, die zwischen den beiden Kastenhälften liegt und von der einmal der Oberkasten, das andere Mal der Unterkasten abgehoben werden kann, um die jederseitige Modellhälfte zu entfernen.

Auf Taf. IX ist bereits die Theilung eines solchen Modells angedeutet worden; Fig. 12 zeigt eine Krahn- oder Flaschenzugrolle von massiver Construktion und durchgeführter Theilung, während Fig. 13 eine Schnurrolle vorstellt, bei der nur eine Kranzhälfte abgehoben wird — der Rest des Modells aber im Ganzen ist.

Der Durchschnitt der Form, Taf. XVI, Fig. 1, ergiebt sich danach von selbst und ist in Betreff der Manipulation nur noch zu bemerken, dass zunächst die obere Modellhälfte mit dem Einguss (der nicht höher sein darf als der Kasten) auf das Modellbrett gelegt und überstampft wird. Darauf dreht man den Kasten um, putzt die Oberfläche ab und formt die Sandlage, nachdem die untere Modellhälfte darauf gesetzt worden ist; nach geschehener Isolation der Sandlage stampft man den Unterkasten, ebnet und hebt den Unterkasten wieder ab. Jetzt zieht man die Unterhälfte des Modells heraus, setzt den Unterkasten wieder auf und dreht mit Hülfe des Modellbretts und der Unterlage die ganze Form um, macht den Eingusstrichter, hebt den Oberkasten ab, macht den horizontalen Einguss und zieht die obere Modellhälfte ab.

Nachdem die Form geputzt und eingestaubt ist, setzt man den Oberkasten wieder auf und bereitet die Form zum Guss fertig vor.

Diese Formmethode ist nur bis zu einer gewissen Grösse des Objekts ausführbar; darüber hinaus zieht man vor, den Kranz solcher Rollen zweitheilig zu machen oder mit Lehmkernstücken zu giessen.

§. 371. Unter den unsymmetrischen Rädern sind die Fahrräder am einfachsten.

Es gehören hierher alle Grubenräder, alle Räder für Eisenbahnwagen, soweit sie nicht zum Gebiet des Umgusses oder des Hartgusses gerechnet werden müssen. Diese Räder haben entweder Speichen und Arme oder sie sind mit Scheiben versehen, die Kranz und Nabe verbinden. In beiden Fällen finden sehr leicht Spannungen statt, welche bei der starken Inanspruchnahme solcher Dinge während des Gebrauches leicht zu Brüchen führen können und weswegen man besonders bei den Rädern für den Bahnbetrieb verschiedene Construktionen zur Abhülfe vorgeschlagen hat, die später erörtert werden.

Auf Taf. XV, Fig. 14 und 15 ist die Gestalt und die Gussform eines Förderwagenrads mit Armen,

wie solche in Ober-Schlesien vielfach angewandt und in Malapane gegossen werden, dargestellt.

Fig. 14 stellt die obere Ansicht des eingeformten Rades dar, Fig. 15 einen Durchschnitt durch die Form nach der Linie $A\ B$; bei a ist ein einfaches Gehänge gezeichnet, deren mehrere im Oberkasten anzubringen sind.

Auf dem Kern ist die Kernluft b locker mit Sand gefüllt und bei c ist der Einguss, der sich dreifach auf der Theilungsfläche ausgabelt.

Das Rad liegt, wie die Abbildung zeigt, vollständig im Unterkasten, und ist das auch bei Scheibenrädern der Fall. Wenn die Bahn der Räder hartgegossen werden soll, so macht man einfach den Theil von der Unterhälfte der Form, der den Kranz umgiebt, aus Gusseisen und erhält dadurch eine dreitheilige Form, die indessen nicht geometrisch, sondern technisch nothwendig ist.

Man benutzt dann aber auch diese dreitheilige Anordnung, um die Gusslage des Rades umzukehren; während in dem hier abgebildeten Förderwagenrad die Spur des Radkranzes oben liegt, legt man beim Guss von Eisenbahnwagenrädern mit harter Laufflâche jene Spur nach unten, um den Guss an der bezeichneten Stelle möglichst dicht zu bekommen.

§. 372. Unter den verzahnten nichtsymmetrischen Rädern treten vor allen die Stirnräder auf. Dieselben können zwar, sobald Arme und Nabe symmetrisch zur Zahnhöhe des Kranzes gebildet sind, auch symmetrische Räder genannt werden, doch kommt diese Anordnung nicht so häufig vor, und dann fällt auch das Rad ganz in den Unterkasten und die Masse des Oberkastens geht zwischen den Armen bis zu deren Theilungsebene herunter.

Die einfachsten Beispiele, anschliessend an das Getriebe Fig. 8, finden sich auf Taf. XV, Fig. 16, und auf dem Tisch der Fig. 17 u. 18 abgebildeten Formmaschine von Howard & Jobson (vergl. S. 513).

Fig. 16 stellt die Lage eines symmetrisch gebildeten Vorgelegerades in der Form dar. Es sind

Gehänge und Spreizen eingelegt wie bei der Radform Fig. 14 u. 15.

Bei Fig. 17 u. 18, wo der Unterkasten verkehrt auf deren beweglichem Tische liegt, ist ein durchaus unsymmetrisches Rad in Arbeit und kommt ganz in den Unterkasten zu liegen. Die Arme, von Tförmigem Querschnitt, liegen ebenfalls im Unterkasten und die Fläche des Oberkastens ist vollkommen eben herzustellen.

Bei dem Formen der verzahnten Räder, besonders der Stirnräder, kommt es darauf an, die Zähne sehr genau zu bilden und den Sand um dieselben so zu stampfen, dass beim Guss kein Angriff desselben stattfindet und dass andererseits ebenso wenig ein Kochen des Eisens eintritt.

Das kann nur der Fall sein, wenn die Consistenz des gestampften Sandes die rechte Mitte zwischen der Festigkeit einer Oberkastenfüllung und der Lockerheit einer Kernmasse repräsentirt. Ein anderer Grund noch schiebt diesen Mittelwerth der Consistenz mehr nach der einen Seite hin, da festgestampfte Zahnintervalle beim Herausnehmen des Modells leicht an demselben sitzen bleiben und sich vom übrigen Sand abreissen.

Durch diese beim Feststampfen gesteigerte Adhäsion des Sandes an das Modell (die Innenflächen der Zähne) ergiebt sich die Nothwendigkeit, lockerer zu stampfen und, namentlich bei grossen Zähnen, die Haltbarkeit der Form durch andere Mittel zu sichern.

Diese sind vorzugsweise das Festnageln und Anstecken der Zahnintervalle mit Drahtstiften und Schaken; gewöhnlich steckt man einen oder mehrere grosse Drahthaken der Länge nach in das Zahnintervall, so dass der zurückgebogene Hakenkopf sich auf den Sand, der ausserhalb des Intervalls steht, auflegt und wo möglich dort noch einsticht. Ausserdem aber benagelt man die Formoberfläche grosser Zähne noch mit einer Unzahl von Drahtstiften, deren Köpfe sich an den Guss allerdings festlegen, die aber beim Putzen leicht losgetrennt werden können.

§. 373. Unsymmetrischer als die Stirnräder sind die Winkelräder, aber in Bezug auf die Zähne selbst leichter zu formen, da das Modell sich mit weniger Schwierigkeiten abheben lässt und nur die Armintervalle einige Schwierigkeiten machen.

Die Anordnung eines gewöhnlichen Winkelrades von relativ geringer Zahngrösse stellt Fig. 19 der Taf. XV dar; man sieht daraus, dass wie bei Riemscheiben und einigen anderen Maschinentheilen der Oberkasten ziemlich hoch genommen werden muss, um die in den Unterkasten herunterhängenden Theile der Form besser zur Adhäsion zu bringen. Es sind deshalb auch Gehänge oder Spreizen einzulegen, wenn man nicht vorzieht, besondere Kerne in der Form herzustellen und einzulegen.

Dieses letztere Verfahren wird durch die Zeichnungen Fig. 2 und 3 der Taf. XVI veranschaulicht, von denen Fig. 2 einen Durchschnitt durch die Form mit einem hinweggenommenen Kernstück, Fig. 3 die obere Ansicht des mit Kernen besetzten offenen Unterkastens darstellt.

Diese Methode wird auch vielfach so modificirt, dass man die Intervalle von Armen und Kranz in besonderen Kernkästen herstellt und einstampft, trocknet, schwärzt und später in die Form setzt.

Die Benutzung des Modells selbst und das Einstampfen der Kerne in der Form erfordert ausser einem geschickten Arbeiter auch eine passende, nicht zu fette Kernmasse, da eine solche allein es möglich macht, die Kerne während der Zeit des Modellaushebens, Putzens und Einstäubens der Form vollkommen gussfertig herzustellen. Hat man sogenannten Kernsand disponibel, wie ihn die Röhrenformer vielfach brauchen, dann ist es praktisch, denselben zu nehmen.

Die Kammräder, d. h. Winkelräder mit einer = 0 gewordenen Kegelhöhe oder einer unendlich vergrösserten Kegelbasis werden beim Einformen ebenso behandelt, wie die Winkelräder, und stets mit den Zahnoberflächen nach unten gewendet gegossen.

Die Disposition der Arme erfordert fast immer einen hohen Oberkasten oder eine tiefe Lage des Radmodells im Unterkasten.

§. 374. Eine eigenthümliche Förmereimethode verlangen die Zahnräder mit Lücken zum Einsetzen hölzerner Zähne. Es kann keine Rede davon sein, die Modelle mit diesen Lücken oder Oeffnungen zu versehen und die Ausfüllung derselben in gewöhnlichem Formsand zu bilden. Man muss zum Anbringen von Kernen greifen, wie es bereits §. 257 bei der Behandlung des bedeckten Herdgusses in einem ähnlichen Fall angedeutet und auf Tafel XIV, Fig. 11 u. 12 auch dargestellt worden ist. Die Einlage einzelner Kerne für jede Zahnlücke ist indessen sehr zeitraubend und auch nicht immer hinreichend genau; viele der richtig eingesetzten Zähne, die vielleicht um eine Kleinigkeit zu gross sind, werden beim Aufsetzen des Oberkastens zerdrückt, andere sind zu klein und werden trotz des Annagelns vom Eisen verschoben und schief gelegt.

Man hat deshalb frühzeitig daran gedacht, eine praktischere und gleichzeitig raschere Methode zur Darstellung der Holzkammräder einzuführen und mehrere Kerne, zu einem einzigen vereinigt, gleichzeitig herzustellen. Die Schwierigkeit, einen genauen Kernkasten hierzu zu machen, wird um so leichter überwunden, als sie der Modelltischlerei, also einer mit allerlei Hilfsmitteln ausgerüsteten Werkstätte, zufällt, die eher als die Giesshütte im Stande ist, eine sehr exacte Arbeit auszuführen.

Die Verbindung der Einzelkerne unter einander ist zweierlei Art, je nachdem man es mit einem Kammrad oder mit einem Stirnrad zu thun hat.

Während im ersten Fall die Kerne radial liegen, liegen sie im zweiten Fall mehr oder minder parallel der Räderachse; man muss sie im ersten Fall peripherisch sowohl innerhalb als ausserhalb des Zahnkranzes verbinden, während im zweiten Fall die Verbindung über und unter dem Zahnkranze stattfinden muss.

§. 375. Dadurch ergeben sich für die Kernkasten total verschiedene Constructionen, die aber wieder das Princip des Zusammenbaues gemeinschaftlich haben.

Dasselbe besteht darin, dass in einem Rahmen — an 4 Seiten geschlossen und an 2 Seiten offen — Querstücke von Holz eingesteckt werden, welche die Zwischenräume der Zahnlückenkerne repräsentiren. Die Kernkasten sind in jedem der beiden vorliegenden Fälle, Stirnradförmerei und Kammradförmerei, an anderen Seiten offen, und zwar an denen, welche dem Verband der Einzelkerne entsprechen. Bei den Stirnrädern ist die äussere (convexe) und innere (concave) Seite der Kernkasten offen, bei den Kammrädern ist die obere und untere Seite frei. Beim Vollstampfen wird, da in jedem Fall die beiden freien Seiten parallel sind und sich einander gegenüberliegen, gegen die eine derselben ein loser Boden angelegt und durch Schraubzwingen festgehalten, um dem Stampfen des Sandes Widerstand zu leisten. Die Kernkasten sind zerlegbar, um die Kerne herausnehmen zu können; zunächst zieht man die Querstücke hervor, dann nimmt man die eine der grösseren Seiten des Rahmens ab und lässt den Kern aus dem Kasten herausgleiten.

Trotz aller Vorsicht würden die Kerne doch nicht hinreichend haltbar sein, um das Manipuliren zu gestatten, und man muss deshalb Kernhalter von Gusseisen machen, die sich nach dem Guss des Rades leicht zertrümmern und entfernen lassen.

Diese Kerneisen liegen bei dem Stirnräderguss wagrecht in der Form, beim Kammräderguss senkrecht. In jenem Fall liegen alle Stäbchen, welche das Gitterwerk des Kerneisens bilden, in einer Ebene; in diesem Fall bildet das Gitterwerk eine aufrechtstehende cylindrische Fläche.

Das Gesagte wird erläutert durch die Figuren 4—9 der Taf. XVI, wovon Fig. 4 u. 5 den Durchschnitt und die Ansicht des Kernkastens für Stirnräderguss, Fig. 6 u. 7 Durchschnitt und Ansicht des Kernkastens

für Kammräderguss darstellen. Die Kerneisen sind angedeutet und treten bei Fig. 4 in voller Darstellung auf, während sie bei Fig. 6 nur im Querschnitt ihrer Stäbchen erscheinen.

§. 376. Das Förmereiverfahren selber ist ziemlich einfach; wenn man die Querschnitte Fig. 8 u. 9 betrachtet, so bemerkt man, dass die Kernmarken bei den Stirnrädern auf den peripherischen Seiten, der convexen sowohl als der concaven, sich befinden, bei den Kammrädern dagegen auf der Ober- und Unterseite des Modells angebracht sind. Die Theile der Kerne, welche in diese Marken fallen und auf den Skizzen Fig. 8 u. 9 mit *a a* bezeichnet wurden, sind die alle einzelnen Intervallkerne verbindenden Stücke derselben, welche nach den Schlussworten des §. 374 bei beiden Rädersorten principiell verschieden liegen müssen.

Bei dem Formen der Stirnräder nach dieser Methode bleiben in dem Unterkasten entweder das ganze Rad oder der grösste, bis an die obere Fläche des Kerns reichende Theil desselben. Im ersteren Fall werden die Kernmarken bis zur obern Fläche des Rades fortgesetzt, und es werden dann, indem man die Intervalle der bereits eingesetzten Kerne mit einer dem später mit Eisen erfüllten Querschnitt *c* entsprechenden Dämmleiste verdeckt, die Formtheile *b b* vollgedämmt.

Im andern Fall befindet sich der Querschnitt *c* der Form im Oberkasten.

Dasselbe findet für die obere Kernmarke bei dem Formen der Kammräder statt, und um ein möglichst scharfes Anpassen der Kernmarke und des Kerns zu ermöglichen, wird letzterer an der betreffenden Stelle ein wenig abgeschrägt — resp. mit gebrochenen Kanten versehen.

Was das Aneinanderpassen der einzelnen Kernsegmente anbetrifft, so ist begreiflich, dass, trotz der exactesten Berechnung derselben aus der Peripherie des Rades, das verschiedene Schwinden der Kernmasse in einer grössern Anzahl Kerne — Unstimmigkeiten

beim Zusammenpassen der Kerne in der Form hervorrufen wird.

Um die erforderlichen Correcturen vornehmen zu können, ist es nothwendig, die getrockneten Kerne auf einer planen Fläche aneinander zu legen, den entstehenden Durchmesser zu controliren und geeigneten Falls den peripherisch berechneten Fehler zu bestimmen; dieser Fehler, in so viel Theile getheilt als Kernstücke vorhanden sind, macht, bei sonst genauer Arbeit, ein nur geringes Verschieben oder Abreiben der Kernpassflächen nothwendig, welche man zudem gern in ein Zahnintervall hineinlegt, also in das Gusseisen, nicht in den Holzzahn des zukünftigen Rades.

§. 377. Sonstige Beispiele für die zweitheilige Kastenförmerei in Sand sind:

Einfache Poterie, deren Oeffnungen gleichzeitig mit ihrer grössten Weite zusammenfallen; Gitter und Gitterstäbe aller Art; Röhren, gerade und gekrümmte; kleine Dampf- und Pumpencylinder u. s. w.

Da aber diese Gegenstände genau ebenso behandelt werden, wie ähnliche oder gleiche Formen bei der complicirteren Sand- und bei der Masseförmerei, so soll diese Abtheilung nur mit zwei Beispielen geschlossen werden, welche den Uebergang zur dreitheiligen Förmerei bilden und sich an die im §. 370 beschriebenen Rollen in ihrer Behandlung beim Formen und Giessen anreihen.

Das eine Beispiel bildet ein sogenannter Skelet-Roststab mit Aschnuth und wird auf Taf. XVI, Fig. 10—11 dargestellt.

Der Roststab (Fig. 10 im Aufriss, Fig. 11 in oberer Ansicht dargestellt) ist in der Art getheilt, dass die untersten Rippen des Fischbauches sich abnehmen lassen; sie sind in das mittlere und die äusseren Anlegestücke mit Eisenplättchen oder Blechstückchen eingelassen, wie in Fig. 10 *a* für das mittlere Anlegestück gezeichnet ist.

Man formt den Roststab in gewöhnlicher Weise ein und schneidet dann, den punktirten Linien in

Fig. 10 entsprechend, den Sand von beiden Enden des Roststabes los, nachdem das Modell gelockert ist. Dann zieht man zuerst den Haupttheil des Roststabes aus und später erst die unteren Rippen des Skelets in den durch die Pfeile angedeuteten Richtungen.

Um die Köpfe der Roststabform zu ergänzen, bedient man sich des Dämmstücks Fig. 10 *b* u. *c*, das genau in den Anfang des Stabes einpasst und gegen die durch den Fischbauch hindurchgehende Formmasse sich anlegen lässt.

§. 378. Das andere Beispiel ist das Giessen einer Kette aus rechtwinkeligen Gliedern zur Verzierung von Plätzen und Vorgärten.

Auf Taf. XVI stellt Fig. 12 den verticalen Längsdurchschnitt durch die Form, Fig. 13 den verticalen Querdurchschnitt vor.

Auf einem Modellbrett werden zunächst eine Anzahl Kettenglieder von Gusseisen, die, einzeln gegossen, nun verbunden werden sollen, in solche Entfernung gelegt, dass die Modellhälften der verbindenden Glieder die ersteren nicht berühren.

Dann stellt man die Modellhälften auf und formt zuerst über beide und um beide weg eine detachirte Sandlage, welche den Rücken der Modellhälfte freilässt, stäubt mit Isolirsand und setzt den Unterkasten verkehrt auf — füllt mit Sand aus und dreht mit Unterlage und Modellbrett das Ganze um. Das Modellbrett wird abgehoben und auf die Enden der Modellhälften werden die entsprechenden zweiten Hälften aufgesteckt; dann wird die Sandlage, deren horizontale Unterfläche man vor sich hat, ergänzt bis zum Rücken der zweiten Modellhälfte und die neuentstandene Absonderungsfläche überstäubt — nachdem man den Einguss bestimmt und die Trichterform aufgesteckt hat. Man setzt den Oberkasten auf und füllt ihn mit Sand — ebnet, bildet den Trichter des Eingusses, zieht dessen Modell heraus und hebt den Oberkasten ab; man schneidet die horizontalen Eingusskanäle auf die Sand-

lagenoberfläche und zieht die zweite Modellhälfte jedes Kettengliedes heraus, nachdem man den Streusand abgepinselt hat. Nachdem man den Oberkasten wieder aufgesetzt hat, dreht man abermals das Ganze herum, hebt den Unterkasten ab und entfernt in gleicher Weise die erste Modellhälfte jedes Kettengliedes. Nachdem man die Form von dieser Seite eingestäubt, und innen geschlossen hat, wendet man das Ganze nochmals um und stellt sie gussbereit auf.

Man kann ein Umwenden ersparen, wenn man den Einguss so kurz nimmt, dass man den Oberkasten mit Eingussmodell umgewendet aufstellen kann, in der Art, wie es bei dem Formen der Seilrolle angegeben wurde. Indessen empfiehlt sich im vorliegenden Fall das öftere Umwenden deshalb, weil man sicherer ist, dass dabei losgelöste Sandpartikelchen aus dem Mitteltheil der Form herausfallen und entfernt werden können —.

bb) Mehrtheilige Kastenförmerei in Sand.

§. 379. Nachdem in dem Vorangehenden Beispiele einer bereits mehrtheiligen Form, sowie eines mehrtheiligen Modells abgehandelt worden sind, das im zweitheiligen Kasten noch geformt werden konnte, sind Gestalten zu erwähnen, deren Beschaffenheit eine Mehrtheilung des Kastens erforderlich macht.

Man kann hierbei unterscheiden:

Dreitheilung des Kastens, speziell gewöhnlich des Oberkastens, weil der Gegenstand eine grössere Länge oder Höhe hat und doch senkrecht geformt und gegossen werden muss.

Mehrtheilung des Kastens, speziell gewöhnlich des Mittelkastens der dreitheiligen Anordnung, weil der mittlere Theil des Objects nicht cylindrisch oder einseitig verjüngt, sondern convex oder concav ausgebaucht ist. Die Form dieses Theils der Oberfläche muss deshalb nach einer verticalen, durch die Achse derselben gehenden Ebene getheilt werden,

so dass jede Hälfte für sich abgehoben werden kann.

Es kommen hierbei zwei Theilungen des Mittelkastens vor:

einmal parallel einem der beiden Seitenpaare;
dann diagonal oder von einem Winkel zum andern gehend.

Während die ersterwähnte Theilung gewöhnlich für runde Objecte, d. h. Rotationsflächen eines geschwungenen Profils, gilt, wendet man die diagonale Theilung an, wenn ein Hohlkörper von vierseitigem Querschnitt mit Vorsprüngen und Reliefs bedeckt ist, die sich nicht gut im Modell trennen lassen.

§. 380. Ein einfaches Beispiel der Dreitheilung des Kastens ist in dem Einformen eines geraden Topfes mit Henkel gegeben.

Die Form ist auf Taf. XVI, Fig. 14 u. 15 dargestellt; Fig. 14 stellt einen durch die Mittelebene des Eingusses und des Henkels gelegten Durchschnitt vor, während Fig. 15 den nach einer senkrecht hierauf gerichteten Ebene gelegten Durchschnitt giebt.

Die Manipulation ist wesentlich folgende:

Man setzt das ungetheilte Topfmodell mit dem angesetzten Henkel **verkehrt** auf ein Modellbrett und stülpt den Mittelkasten darüber. Wenn beide in der rechten Lage zueinander sind, schüttet man Sand darüber und stampft den Mittelkasten vollständig voll, streicht (in der Höhe der Bodenfläche) glatt ab und wendet mit Hilfe des Modellbrettes den Kasten um, setzt den Unterkasten auf, nachdem man die Formsandfläche um die Topfmündung herum geebnet und mit Streusand überstreut hat. Dann füllt man den Hohlraum des Topfes unter leichtem Stampfen aus, giebt unter Umständen ein Kerneisen hinein, jedenfalls vergisst man das Einsetzen des Lufttrichtermodells nicht und stampft dann den Unterkasten voll unter Anwendung einer etwas stärkern Compression des Sandes.

Der Theil der Form, der sich in der Topfhöhlung befindet, muss **deshalb** lockerer und luftiger gehalten werden, als der Rest der Form, weil er den Gasen des Formmaterials den Durchzug nach dem Lufttrichter gestatten soll, der in dem **Kern** des Topfes (so nennt man die Ausfüllungsmasse des Hohlvaums) angebracht und mit losem Sand gefüllt worden ist.

(Dasselbe Manipulationsprincip gilt für viele andere Gefässformen, deren Höhe eben bedeutend genug ist, um eine Theilung des Oberkastens zu verlangen.)

Nachdem der Unterkasten an seiner Unterfläche vollständig geebnet und glattgestrichen ist, zieht man den Lufttrichter hervor und füllt den Raum, welchen er in der Form zurückgelassen, mit losem Sand aus.

Hierauf wird der Kasten gewendet, so dass der Topf in der anfänglichen Lage sich befindet, und der Oberkasten aufgesetzt, nachdem man nochmals die obere Fläche des Mittelkastens gesäubert, den Topfboden abgepinselt und die Sandfläche mit Streusand bestreut hat.

Der keilförmige Einguss, der in seiner Breite dem Durchmesser des Topfbodens entsprechen muss, wird quer über denselben gesetzt und mit etwas Sand fixirt, dann der Oberkasten zunächst mit gesiebtem, dann mit gewöhnlichem Formsande gefüllt und vollgestampft.

Es ist nothwendig, auch diesen letzten Theil der Form weniger fest zu stampfen, als den Mittelkasten und den eigentlichen Unterkasten, um den Gasen des Topfbodens Gelegenheit zum Entweichen zu geben.

Nachdem der Oberkasten abgestrichen ist, wird der Einguss geschnitten, wie es in Fig. 15 profilartig angedeutet ist, und dann das Modell des Eingusses herausgezogen.

Hierauf hebt man nacheinander den Oberkasten und den Mittelkasten ab; in letzterem bleiben die Henkelmodelle sitzen, die dann besonders herausgezogen werden müssen. Das Topfmodell selbst

bleibt auf dem Unterkasten stehen und wird nach vorsichtiger Lockerung vom Topfkern abgehoben.

Nachdem alle Theile der Form geschwärzt und geglättet sind, setzt man sie zusammen, stellt die ganze Form mit dem Modellbrett auf die Hüttensohle (das Formen geschieht gewöhnlich auf der Bank), beschwert und giesst ab.

§. 381. Interessant ist die Form eines Mühlengetriebes, welches auf ein Winkelrad mit hölzernen Kämmen oder auf ein Kammrad einzugreifen hat.

Wie aus Fig. 16 u. 17 der Taf. XVI hervorgeht, wird es aufrecht und von unten her gegossen. Die Zähne stecken im Modell lose zwischen zwei Scheiben und um ein centrales cylindrisches Stück, welches als Kernmarke dient und auf welchem die Zähne aufstehen.

Die Manipulation ist hier etwas complicirter als beim Guss der geraden Töpfe, weil die Zähne von der Unterkastenseite aus herausgezogen werden müssen.

Man formt zuerst im Unterkasten die eine Scheibe ein, dreht um, stellt das Modell zusammen und bringt den Mittelkasten auf den Unterkasten, stampft denselben mit der gleichen Vorsicht wie bei Zahnrädern ein, setzt den Oberkasten darauf, macht den Einguss, der durch den Mittelkasten hindurchgeht, also schon beim Füllen des letztern festgesetzt werden muss.

Nachdem dieses geschehen, die Oberfläche des Oberkastens geebnet, der Trichter gemacht und der Einguss herausgenommen ist, dreht man das Ganze um, hebt den Unterkasten ab und schreitet zum Ausziehen des Modells. Zunächst entfernt man die Scheibe nebst Kernmarken, dann die Zähne und endlich den Mittelkern, dreht den Ober- und Mittelkasten um und setzt beide auf eine glatte Unterlage, hebt den Oberkasten ab und entfernt die kleinere Scheibe nebst Kernmarken. Dann wird die Form gereinigt und gestäubt, endlich zusammengesetzt und beschwert. Der Mittelkern wird aus Masse gemacht und eingesetzt.

§. 382. Ausser den symmetrischen dreitheiligen Formen, wie die vorher beschriebenen, giebt es eine geringe Zahl von Formen, welche die Unsymmetrie **allein** in die Kategorie des dreitheiligen Kastengusses verweist.

Wenn man sich z. B. zwei einseitige Reliefs in irgend einem Winkel zusammengestossen denkt, so kann man weiter ein solches Ganze nur in einer dreitheiligen Form herstellbar sich denken — von welcher ein Theil die beiden inneren Seiten des Winkels abbildet, während die beiden anderen Theile die mit Reliefs bedeckten Aussenseiten des Gegenstandes wiedergeben.

Die Form eines verzierten Ofengusses, Fig. 18, entspricht der Voraussetzung und ist in Fig. 19 der Taf. XVI dargestellt. Die Manipulation ist ganz interessant, erfordert aber einen besonders vorgerichteten Formkasten und zweitheilige Modelle.

Das Modell wird nach der Halbirungsebene des Winkels, den die beiden Flügel miteinander machen, getheilt und ist so modellirt, dass jede der beiden Hälften in einer normal auf ihre Mittelfläche stehenden Richtung aus einer Sandform gezogen werden können; diese Hälften müssen also den Anforderungen des dreitheiligen Kastengusses (§. 360) entsprechen.

Ein Modellbrett mit prismatischer Erhöhung in der Mitte, deren Scheitelwinkel dem Winkel der Innenflächen des Ofenfusses entspricht, ist unerlässlich, und man hängt das zusammengesetzte Modell darauf, ehe man den zweitheiligen Unterkasten daraufsetzt. Da eine Trennung des letztern ohne eine hier nicht mögliche Trennung des Sandes unausführbar sein würde, ist an beiden Kastenhälften die Trennungsfläche durch eine volle Wand angedeutet, welche die erforderlichen Ausschnitte für die Klauen und überhaupt für die Contour des Objects in dieser Ebene besitzt.

Diese beiden fest aneinandergeschlossenen Kasten-

hälften stampft man mit feingesiebtem Sand voll und durchsticht sie mit dem Luftspiess, nachdem die Unterflächen geebnet sind.

Darauf wendet man den Kasten um, nimmt das Modellbrett fort und reinigt die Innenflächen des jetzt auf dem Sand des Unterkastens ruhenden Modells. Darauf bestreut man die Sandflächen um das Modell mit Streusand und setzt den Oberkasten auf, der mit einem winkelförmigen Vorsprung in den Unterkasten einfällt. An der Spitze dieses Vorsprungs sind beide Wände des Kastens mit einem Querstab verbunden, welcher bestimmt ist, der Sandmasse des Oberkastens an dieser gefährdeten Stelle Halt zu geben. Man bepinselt diese Stange ebenso mit Lehmwasser, wie sonst die Gehänge und die Kasteninnenseiten, um eine stärkere Adhäsion der umliegenden Sandschichten zu veranlassen.

Der Einguss wird an der bezeichneten Stelle angesetzt und nun der Oberkasten gefüllt, geebnet und abgestrichen. Nachdem man den Eingusstrichter gemacht, zieht man das Eingussmodell heraus und hebt den Oberkasten ab. Dann löst man die Verbindung der Modellhälften, sowie die der Unterkastenhälften, und zieht vorsichtig die beiden Formtheile auseinander.

Aus jedem derselben entfernt man das Modell in derselben Weise, wie bei jeder verzierten Platte, und putzt die Form aus. Nach dem Stäuben legt man gern das Modell nochmals ein, um den Kohlenstaub festzudrücken. Der Guss erfolgt nach dem Zusammensetzen der Form mit mässiger Geschwindigkeit.

§. 383. Sobald bauchige Formen auftreten, die nicht parallel ihrer Längsachse ausgezogen werden können, ohne die Form zu zerstören — muss der Mittelkasten getheilt werden. Es geschieht dieses bei allen Ofentheilen von cylindrischer Form, doch mit Falzen und Reifen; ferner bei aller bauchigen Poterie, bei Mörsern u. s. f.

Ein einfaches Beispiel ist die Fig. 20 der Taf. XVI abgebildete Mörserform, welche rechts die aufgeschnittene Form, links den Mörser selbst darstellt.

Das Formen geschieht bei Mörsern bis zu einer gewissen Grösse mit ungetheiltem Modell und auch im Modellbrett — bei grösseren Exemplaren und wenn Handhaben angegossen werden sollen, wählt man getheilte Modelle oder auch den Lehmguss ohne Modell.

Das Arbeiten mit dem ungetheilten Modell ist beschwerlich, weil das Modell meist von Metall ist und gern beim Wenden der Kasten auf den Sand einen wechselnden Druck ausübt. Die Manipulation ist einfach folgende. Der Mörser wird in das Modellbrett gelegt und die eine Hälfte des Mittelkastens darüber gethan, mit einer Schraubzwinge gegen das Modellbrett gedrückt und das Ganze nun so aufgestellt, dass der Kasten mit dem verkehrten Modell auf der Bank oder einem gewöhnlichen Formbrett steht. Dann stampft man sorgfältig voll und streicht die Kastenoberfläche ab —; nach dem Umlegen desselben schraubt man die Schraubzwinge ab und entfernt das Modellbrett. Das Modell bleibt in der hergestellten Formkastenhälfte liegen und man setzt jetzt die andere Hälfte des Mittelkastens dagegen und schliesst sie fest.

Das Ausstampfen dieser zweiten Hälfte verläuft ebenso, wie das der ersten, und es wird nun das Ganze mit Hilfe von zwei Modellbrettern so gewendet, dass der Mörser aufrecht steht. Das Innere desselben wird nun mit Sand gefüllt und, nachdem der Unterkasten aufgesetzt, derselbe in gleicher Weise behandelt, wie bei der Form des geraden Topfes.

Die weitere Arbeit ist ebenfalls wie bei der genannten Topfform; beim Herausnehmen der Form verfährt man aber so, dass nach Abnehmen des Oberkastens die Hälften des Mittelkastens nach zwei Seiten hin abgezogen und das Modell vom Kern abgehoben wird.

Bei zweitheiligem Modell zieht man das Mo-

dell mit den Kastenhälften ab und hebt jede Hälfte desselben aus dem umgelegten Kasten heraus.

§. 384. Die Reihe der Bauchtöpfe in Poteriegiessereien, welche in Zahl der Sorten und in Nachfrage sehr bedeutend gegen die übrige Poterie hervorragt, ist durch Fig. 21 der Taf. XVI repräsentirt; bezüglich der Eingussform und des Henkels gilt dasselbe, wie für die geraden Töpfe —; das Modell des letztern muss sich nach beiden Seiten hin leicht ausziehen lassen. Die Praxis des ganzen Förmereiverfahrens ist dieselbe, wie bei dem zweitheiligen Mörser.

Der Steinkohlenofen Fig. 22 derselben Taf. XVI giebt ein Beispiel stark gebauchter Formen; erschwert wird hier noch das Formen durch einen anzugiessenden vierseitigen Stutz, der in das Rauchrohr führt.

Dessen Höhlung wird durch einen Massekern gebildet, der sich an den von Sand gemachten Hauptkern anlegen muss, ohne ihn jedoch zu belasten; im Gegentheil muss die ganze Last auf seiner Kernmarke liegen.

Eine Luft ist im Oberkasten für den Massekern auszusparen, während der Einguss, wie bei der Poterie, mitten oben auf den Kern trifft, aber nicht keilförmig, sondern kegelförmig ist.

Die Theilung des Formkastens, wie auch des Modells, geht normal zur Mittelebene, die durch den Rohrstutz gelegt gedacht werden kann.

Die Manipulation verläuft wie bei den Bauchtöpfen, doch veranlasst der stark gebauchte Kern und die Schwäche des Halses einige Schwierigkeiten.

Auch Krugformen aller Art, die nach demselben Verfahren hergestellt werden, bieten die gleichen Schwierigkeiten, welche durch das Anbringen eines Kerneisens und passendes Stampfen vermindert werden können.

§. 385. Wenn es sich um das Abformen von verzierten viereckig oblongen Ofenunterkästen handelt, muss man ebenfalls zur mehrtheiligen Förmerei schreiten, da sich die einzelnen Flächen des

Ofenkastens nicht anders abheben lassen, als normal zur Fläche.

Fig. 23 u. 24 der Taf. XVI zeigen Grundriss und Durchschnitt der Form; in letzterem ist das Modell noch erhalten, das im vorliegenden Fall eine nur einfache Verzierung enthält, die aber genügt, die mehrtheilige Förmerei als erforderlich hinzustellen.

Es ist gewissermaassen eine Wiederholung des Construktionsmotivs des Ofenfusses, von dem vorhin die Rede war; nur liegen in der jetzt betrachteten Gussform die Durchschnittslinien beider verzierten Flächenpaare vertikal, während sie im erstgenannten Fall horizontal zu liegen kamen.

Hier ist der Mittelkasten einfach diagonal, das Modell aber doppelt getheilt — die Form des Hohlraums bleibt als parallelepipedischer Sandkern auf dem Unterkasten stehen und wird so behandelt, wie der Kern eines hohlen Geschirrs.

Beim Einstampfen wird insofern gleich verfahren, wie bei der übrigen Hohlförmerei, als das Modell und der Mittelkasten mit der Schraubzwinge angeschlossen sind an ein vertikal stehendes Formbrett. Es ist hierbei auch möglich, die Verzierungen der vertikal stehenden Aussenseiten hinreichend genau zu bekommen.

§. 386. Die Beispiele liessen sich noch in's Unendliche vermehren; es genügt aber noch die Mittheilung eines fünftheiligen Kastens für den Untersatz eines auf 3 Füssen stehenden Kanonenofens, dessen Form aus der Fig. 25 der Taf. XVI hervorgeht.

Die Füsse liegen in einem besondern, nicht längsgetheilten Stück des Mittelkastens und werden von beiden Seiten herausgezogen, da ihre Modelle an der dünnsten Stelle getheilt sind.

Der Einguss kommt in die Mitte des Hauptkerns zu stehen und geht durch die beiden Oberkasten hindurch; es ist aber gut, auf die Füsse ebenfalls Eingüsse oder mindestens Steigetrichter zu stellen,

die man von aussen füllen kann, wenn der Ofenkörper selbst vollgelaufen ist.

Bei dem Formen dieses Ofentheils, wie auch der meisten im Horizontalschnitt kreisrunden Ofentheile — spannt man stets gegen die betreffende Mittelkastenhälfte ein glattes Formbrett und stellt die Modellhälfte schief dagegen; durch das Stampfen selbst wird sie fester angedrückt.

Die Modellhälften, wie auch die bei den übrigen Gegenständen des viertheiligen Gusses angewendeten Modelltheile müssen mit Stiften und Dornen versehen sein, um sie an den Durchschnittflächen scharf aneinander zu passen.

Deshalb muss jedes Verbiegen der Modellstücke möglichst vermieden und, wenn es eingetreten ist, jede Deformation vollkommen ausgeglichen werden, ehe man ein solches Modell anwendet.

3) Kastenförmerei in Masse.

§. 387. Die Masseförmerei, welche, wie bereits im I. Bande hervorgehoben wurde, einen geringern Umfang in der Regel erhält als die Sandförmerei — zerfällt in drei verschiedene Arbeitsmethoden:

die mit Modellen bewirkte gewöhnliche Masseförmerei; angewandt in allen Fällen, wo eben die Sandförmerei, des in der Form nothwendigen Druckes halber, nicht hinreichend haltbar ist;

die ohne Modell und mit Hilfe von Schablonen, allenfalls noch von einzelnen Modellstücken ausgeführte grobe Förmerei; eine Methode, welche naturgemäss nur für eine geringe Anzahl von Formen anwendbar ist;

die mit Modellen ausgeführte Förmerei von Kunsterzeugnissen, wobei es auf die manuelle Geschicklichkeit des Förmers, wie auch auf das Formergefühl desselben vorzugsweise ankommt.

Die allgemeinen Anforderungen an die Arbeit und der Verlauf derselben sind bei den ersten beiden Ar-

beitsmethoden dieselben; nur die Förmerei von Kunstsachen verläuft anders, erstens weil sie in einer andern Masse geschieht, dann, weil die Theilung der Form keine symmetrische, sondern eine von der sich veränderten Gestaltung der Oberfläche abhängige ist.

Diese Theilung der Form findet wiederum in zweierlei Weise statt, einmal nach der Armatur und dann innerhalb dieser ersten oder Haupttheilung nach der Gestaltung der Oberfläche.

Da die gleiche Manipulation indess noch beim Kunstguss in Lehm stattfindet und da beiläufig Lehm- und Massearbeit in der neueren Kunstgiesserei vielfach vereint sind, soll die Betrachtung der bezüglichen Methoden bis dahin verschoben werden.

Es sind beim Masseguss also nur zwei Gruppen von Arbeiten zu unterscheiden; sie constituiren:

aa) die mit Modell bewirkte,

bb) die theilweise oder ganz ohne Modell bewirkte Kastenförmerei in Masse.

aa) Mit Modell bewirkte Kastenförmerei in Masse.

§. 388. Die Masseförmerei nach Modellen unterscheidet sich von der Sandförmerei nur durch Anwendung stärkerer Compression des Formmaterials und, davon sich ableitend, Anwendung starker Formkastenprofile.

Die Masseförmerei wird gewöhnlich der Sandförmerei vorgezogen, wo es sich darum handelt, umfängliche und dabei complicirtere Güsse nach Modellen auszuführen, oder wo der Guss unter einem so starken Druck geschehen muss, dass die Widerstandsfähigkeit des gewöhnlichen Sandes nicht ausreicht, die Formflächen vor Verdrücken zu schützen.

Gegenstände von langer cylindrischer Gestalt, z. B. Röhren zu Wasser- und Dampfleitungen, Maschinencylinder nach Modell, Druck-Pumpenkolben für Wasserhaltungsmaschinen, sobald dafür Modelle

gemacht werden — Geschütze und kleinere Walzen sind vorzugsweise dem Masseguss zuzuweisen.

Es findet der Masseguss, selbst für kleinere Dinge, auf allen Giessereien statt, welche ein hartes Eisen und einen schlechten Formsand haben; sobald solche Stücke bearbeitet werden sollen, formt man sie in Masse, statt in Sand, und erhält reinere Flächen, dichteren Guss und grössere Weichheit.

Bei solchen Werken, welche, wie z. B. mehrere Chemnitzer Werke, im Besitz guter Formmaterialien sind, formt man in einer Masse, die nur oberflächlich getrocknet zu werden braucht, und kann der Darrkammern fast entbehren.

Es tritt dann für solche Materialien das gleiche Verfahren ein, wie für den gewöhnlichen gröbern Sandguss.

Nur wird diese Masse durchgängig fester gestampft als der Sand, denn eben ihre eigenthümlichen petrographischen Eigenschaften machen eine stärkere Compression möglich.

Bei der Masseförmerei, namentlich für schwere Stücke, tritt zu der gewöhnlichen Behandlung eines zu comprimirenden Materials noch eine ganz besondere Aufmerksamkeit auf die Behandlung der Forminnenfläche, die viel weiter geht, als bei dem Sande.

Da die Masse getrocknet, d. h. gebrannt wird, so verzieht sich die Oberfläche der Substanz, also auch die Innenfläche einer Form anders, als der Kern derselben, und es bilden sich oberflächliche Risse, die fast nie ausbleiben und eine nochmalige Ueberarbeitung der Innenfläche erforderlich machen.

Diese Ueberarbeitung zerfällt in eine reinigende Operation und in eine überziehende; die letztere besteht darin, dass eine besondere Mischung der Hauptbestandtheile der feinern Masse mit Kohlenstaub und Wasser durch eine organische Substanz bündig gemacht, auf die noch heissen Formwände gepinselt, glattgestrichen und polirt wird.

§. 389. Die Arbeit der Masseförmerei wird mit schweren eisernen Stampfkeulen (vgl. Bd. I, S. 745,

§. 9) ausgeführt, wobei grosse Vorsicht anzuwenden ist, um das Modell nicht zu beschädigen. Man übersiebt dasselbe mit Masse von gleicher Feinheit, wie sonst der Sand angewandt wird, und giebt hinterher Masse, welche vorher das Erbsensieb passirt hat, mit der Schaufel auf. Dadurch verhindert man das Auftreffen der Stampfkeule auf das Modell, und muss nur Sorge tragen, dass vor erneuter Beschüttung der festgestampften Oberfläche diese mit der Stampfkeule geritzt werde, damit die Adhäsion des neu hinzugekommenen Materials begünstigt wird.

Das Wenden der Kasten geschieht ausschliesslich mit dem Krahn, weshalb alle Kasten für den Masseguss mit starken Zapfen versehen sein müssen, die sich leicht in den Hängschleifen der Krahnbalken drehen lassen.

Bei längsgetheiltem Modell wird nach Vollstampfen des Unterkastens das Form- oder Modellbrett mit Schraubzwingen oder Klammern fest an den Kasten angeschlossen, ehe das Krahnzeug angehängt und ehe angehoben wird.

Nachdem das Ganze gewendet wurde, lässt man es auf eine ebene Fläche nieder und reinigt das Modell, sowie die angrenzenden Masseflächen, ehe man die andere Modellhälfte und die andere Kastenhälfte aufsetzt. Die letztere wird auf der Innenfläche mit Lehmwasser bestrichen, um das Anhaften der Masse zu befördern; dasselbe ist bereits mit der zuerst vollgestampften Kastenhälfte geschehen und muss auch mit allen Gehängen oder sonst mit der Masse in Berührung kommenden Eisentheilen geschehen, da die Masse wegen ihrer Schwere und eigenen Cohärenz geneigter ist als der Sand, sich vom Eisen abzulösen.

Das Vollstampfen des Oberkastens, das Ebenen und Abstreichen, die Eingussdisposition, das Abheben, Herausnehmen des Modells u. s. w., alle diese Operationen geschehen in ziemlich gleicher Weise beim Masseguss wie beim Sandguss.

Wenn die Form dergestalt fertig gestampft ist, wird sie geflickt und kommt in die Darrkammer, in der sie bis zum nächsten Tage verweilen muss, d. h. mindestens 9—12 Stunden. Bei eiligen Arbeiten kann man auch anders über die Zeit disponiren; indessen beansprucht die Operation des ersten Trocknens gewöhnlich die angegebene Frist.

§. 390. Ist die Form fertig getrocknet, so muss sie sich vollkommen steinhart anfühlen und darf beim Auflegen der trocknen kühlen Hand keine feuchte Empfindung hervorrufen; es dürfen also keine Wasserdämpfe entweichen und sich an der Handfläche condensiren.

Die Formtheile, aus der Darrkammer gebracht, werden von der Flugasche gereinigt und genau nachgesehen, die Risse mit frischer, etwas magerer Masse zugestrichen und das ganze Innere mit einem geschliffenen Ziegelstück leicht abgerieben. Dabei gleicht man alle Veränderungen, Verzüge aller Art, welche die Innenfläche deformiren, aus und arbeitet, wo es die Festigkeit der gebrannten Masse erlaubt, mit Wasser, dem Masse beigemengt ist, die Hauptflächen nach.

Dieses Waschen bringt eine grössere Porosität der Oberfläche zu Wege, indem es lehmige Partikeln wegnimmt, und wird auf solchen Giessereien namentlich nie unterlassen, auf denen die Masse sehr fett und dadurch beim Brennen hart geworden ist.

Nach dem Waschen der Form wird dieselbe nochmals getrocknet, doch viel kürzere Zeit, und dann mit Schwärze ausgeschlichtet. Dieser innere Ueberzug, welcher bereits §. 388 als wichtig hervorgehoben wurde, ist in seiner Zusammensetzung sehr schwankend und wird auf allen Giessereien verschieden behandelt. Seine Mischungsverhältnisse richten sich nach der Qualität der Masse, des angewandten Eisens, der Grösse des Gusses u. s. w., und man betrachtet die richtige Zusammensetzung solcher Schwärze bei der Masse, wie auch bei der Lehmförmerei, vielfach als Fabrikationsgeheimniss. Jedenfalls ist sie von grösster Wichtigkeit für das Aussehen der Güsse.

§. 391. Beispiele der Masseförmerei mit Modellen sind auf Taf. XVII zusammengestellt.

Fig. 1, 2 u. 3 stellen die Form eines einfacheren Dampfcylinders dar, der aufrechtstehend von unten gegossen wird. Während Fig. 1 einen Durchschnitt durch die Dampfkanäle und die Cylinderachse giebt, ist Fig. 2 der theilweise Durchschnitt nach einer gebrochenen, in Fig. 1 mit *A B C D* bezeichneten Linie, so dass im links befindlichen Theil der Form (dem Oberkasten) oben der Kern des Dampfkanals und die Form des seitlich unter dem Schieberasten-Bodenflansch heraustretenden Abblaserohrs durchschnitten werden, während unten der Durchschnitt durch die Mitte des Formkastens geht und die Ansicht der Kerne gestattet. Der Kern des erwähnten Abblaserohrs mündet nach der Seite aus und der Flansch desselben im Modell wird durch einen kleinen, in die Masse des Oberkastens eingehängten Formkasten begrenzt, der auch eine Marke für den Kern des Rohrs bildet.

Fig. 3 zeigt die Verkleidung der Form, wobei auch der kleine Formkasten (rechts) mit befestigt erscheint; aus derselben Figur (auch aus Fig. 1) ist die Dispotion der beiden Eingüsse zu sehen, welche von aussen her an den Formkasten geführt und deshalb beim Eindämmen der Form aus Thonröhren allmälig aufgebaut werden müssen. Praktischer ist es und weniger Zeit raubend, wenn die Vertikaleingüsse in den Ecken des Kastens heruntergeführt werden. Damit sich das Eisen in der Form nicht direkt begegnet, treten die beiden Eingüsse in umgekehrter Richtung nach der Kastentheilungsfläche zu. Man wird sich also bei Fig. 3 auf der linken Seite die (hier nicht gezeichnete) Ansicht eines eben solchen Giesskanals vorzustellen haben, wie derselbe auf der rechten Hälfte der Figur durchschnitten erscheint. Die Luft der Kerne entweicht bei *a* in Fig. 1, wo die Kerne der Dampfkanäle zusammenstossen, und in *bb*, wo eine lockere Beschüttung das Entweichen der Gase aus dem Hauptkern gestattet. In Fig. 2 stellt *a* die Kernluft des Abblaserohrs, *b* die Luft des Hauptkerns, in Fig. 3 *c c* die Luft des Haupt-

kerns dar. In derselben Fig. 3 tritt das überschüssige Eisen bei *a* und die Luft der Form selbst bei *b* aus.

Man sieht aus allen 3 Figuren, dass die Wand des Cylinders über den obern Flansch hinaus verlängert ist; es ist das aus dem Grunde geschehen, dass die Unreinigkeiten, die sich auch beim besten Guss an der obersten Formfläche sammeln, ausserhalb des vollendeten Cylinders zu liegen kommen. Der vorstehende Theil der Wand dient als verlorner Kopf und wird nach dem Erstarren und Abkühlen des Gusses zunächst auf der Drehbank heruntergeschnitten. Die resultirende Fläche muss dann eine vollkommen gleichmässige und reine Textur zeigen.

§. 392. Das Einformen massiver Theile ist in den Fig. 4 u. 5 dargestellt, von denen Fig. 4 die Form eines Walzwerks-Kupplungsgetriebes, Fig. 5 die Form einer Walze vorstellt. Es sind dergleichen compakte Gegenstände, zu denen Modelle wegen der häufigen Nachfrage unentbehrlich erscheinen, die Hauptobjekte der Masseförmerei.

Sie werden meistens in Kasten geformt, die nach einem andern Prinzip getheilt sind, als nach der Hauptachse des Gegenstandes; die letztere Theilung verursacht stets die Bildung einer Naht längs des ganzen Gegenstandes, die bei einem Objekt mit äusserer Arbeitsfläche bedenklicher ist, als bei einem Cylinder, dessen Arbeitsfläche innen liegt und um einen ganzen Kern erstarrt ist. Bei den Kupplungsgetrieben mit versetzten Zähnen, wie das in Fig. 4 abgebildete, muss die Form und das Modell in der Mitte getheilt sein, um die beiden Getriebstheile entfernen zu können; die Zapfen lassen sich auch leichter herausnehmen, wenn die Getriebskörper erst entfernt sind. Deshalb ist die Form eine viertheilige, wobei der oberste Theil möglichst lang zu nehmen ist, um den verlornen Kopf unterzubringen (der auf der Zeichnung fortgelassen wurde). Man kann aber auch einen besonderen Formkasten, mit ordinärem grünen Sand ausgefüllt, als Form des verlorenen Kopfes gebrauchen, da es ja nur auf das

Vorhandensein einer Flüssigkeitssäule ankommt. Das Gleiche gilt von den Walzen, obwohl hier die Längstheilung, der nachherigen Bearbeitung wegen, angewandt werden kann und auch angewandt wird. Für kleine Walzen ist indess die auf Taf. XVII, Fig. 5 gegebene Anordnung die maassgebende. In beiden Fällen, beim Getriebe sowohl als bei der kleinen Walze, findet der Eingang des Eisens von unten her statt.

Gewöhnlich schneidet man den Einguss so, dass er tangential zur Oberfläche des Untertheils der Form auf diese trifft und das Aufwirbeln des Eisens in derselben verursacht, welches alle Unreinigkeiten in der Mitte zusammenführt.

Für gewöhnlichere Gegenstände, z. B. Spindeln u. s. w., ist trotz der Aehnlichkeit in der Gestalt doch nicht die gleiche Eingussdisposition nothwendig, wie bei den kleineren (und grösseren) Walzen. Besonders wichtig ist die Vorsicht bei allen glatten Walzen, weil dieselben gleichmässiger sein müssen und nicht so stark abgedreht werden können, als die glattgegossenen kleineren Kaliberwalzen, bei denen unbedeutende Oberflächenfehler nicht mit gleicher Wahrscheinlichkeit das Verwerfen der Walze nach sich ziehen können.

bb) Kastenförmerei in Masse mit Schablonen.

§. 393. Es giebt unter den Aufgaben des Massegusses eine Menge von Stücken, die sich durch Rotiren von Profilen herstellen lassen. Besonders gehören dahin die grossen Walzen, Wellen, manche Rohre, sogar Geschütze ohne Zapfen u. s. f.

Für solche Dinge ist es oft wünschenswerth, eine dauerhafte Form rasch und sicher herzustellen, und man hat deshalb an vielen Orten gleichzeitig den Versuch gemacht, in gestampfter Masse mit Hilfe von Schablonen und eigenthümlichen Kasten solche Formen auszudrehen.

Eine solche Kastenhälfte ist auf Taf. XVII, Fig. 6 und 7 dargestellt; aus Fig. 7 geht hervor, dass der Kasten nicht kreisrund ist, sondern dass sein Quer-

schnitt aus einem Viertelkreis und einem Quadrat aus dem Radius desselben besteht, um den Einguss in der dadurch gebildeten Ecke (bei *a*) unterzubringen.

Der Oberkasten ist dagegen von halbkreisförmigem Querschnitt, hat aber, wie der Unterkasten, quadratische Flanschen, um eine sichere Aufstellung zu bewirken.

An einer Seite sind die Kasten geschlossen durch einen angeschraubten Boden (*a b*, Fig. 6), an der andern Seite aber offen; nur vorübergehend wird ein Träger (*b*, *c*, Fig. 7, *c* Fig. 6) angeschraubt, um die Achse der Schablone einlegen zu können.

Die Schablonenachse und die Schablonenbefestigung ist aus der Zeichnung ohne Weiteres verständlich, ebenso die Bewegung der ganzen Vorrichtung.

Das Verfahren ist einfach folgendes: Auf den mit Masse vollgestampften Kasten, der das Eingussmodell enthält, legt man die mit der Schablone versehene Achse und schneidet, von einer Seite anfangend, einen Hohlraum in die Masse, gross genug, um mit circa $^1/_2$ Zoll (1—2 Centim.) Spielraum die Schablone passiren zu lassen.

Dann schlichtet man das Ganze mit fettem Lehm aus und dreht in demselben mit möglichst wenig Wasser das Profil und Schablone aus. Nach erfolgtem 10—12stündigen Brennen wird die Schablone, etwas zurückgestellt, wieder eingelegt und nach Reparatur der Risse die Form mit ganz magerem Lehm fertiggeschlichtet, wieder getrocknet und endlich geschwärzt.

Wenn man zum letzten Schlichten möglichst mageren Lehm nimmt, wo möglich nur etwas plastisch gemachte Masse, bekommt man vollständig glatte Gussflächen, nur mit ganz feinen, netzförmig zusammenhängenden Nähten überdeckt.

Arbeitet man rascher und mit fetteren Substanzen, so zerreisst beim Auftreffen des Eisens die Gussfläche und es bilden sich grobverzweigte Rissnähte aus, welche die Bearbeitung erschweren.

Ausser für massive Körper ist diese Formmethode auch ausführbar für Schachtsatz- und andere Rohre; Fig. 8 auf Taf. XVII stellt die Schablone eines Plungers vor. Dann muss der Lage des Kerns durch Eindrehen besonderer Kernmarken Rechnung getragen werden.

Sogar für schwachwandige Rohre kann die Methode gute Resultate liefern, wenn die Masse sorgfältig zubereitet wird; der stets rührige und voranschreitende Giessereiverwalter auf Königin Marienhütte, Herr Cramer, hat den schärfsten Anforderungen gegenüber die Methode durchgebildet und wendet sie zur Darstellung von Wasserleitungsrohren mit bestem Erfolg an. (Siehe weiter unten Röhrenförmerei.)

Diesem Ingenieur dürfte es wohl zum ersten Mal gelungen sein, teigige Masse, von grösster Magerkeit, mit der Schablone vollkommen glatt und schön zu bearbeiten.

4) Lehmförmerei.

§. 394. Die Lehmförmerei ist von allen Arbeitsmethoden die älteste und im Prinzip einfachste; sie konnte aber bei der Entwickelung der Eisengiessereiindustrie nicht am Platze bleiben, weil sie viel zu kostspielig sich erwies und durch den unverhältnissmässigen Zeitaufwand nur von geringer Leistungsfähigkeit erschien.

Sie wurde durch die fette Sandförmerei, besonders aber durch die gewöhnliche Sandförmerei, bedeutend in den Hintergrund gedrängt und in ihrer Anwendung allmälig auf das heutige Gebiet derselben beschränkt. Die Vorzüge des Lehms als Formmaterial, d. h. seine Plasticität und seine Strengflüssigkeit (bei gehöriger Vorbereitung), sowie seine Härte im getrockneten Zustand rechtfertigen die Lehmförmerei in allen Fällen, wo kein Modell, sondern Schablonen angewandt werden dürfen, wo complicirte Formen in bedeutenderer Ausdehnung wiederzugeben sind, wo endlich grössere Massen von Gusseisen in den Oberflächen der Objekte begrenzt

erscheinen und dadurch an die Feuerbeständigkeit sowohl als an die Festigkeit der Formtheile bedeutende Ansprüche machen.

Soll die Lehmförmerei mit ökonomischem Vortheil betrieben werden, so müssen die Gegenstände, welche man in dieser Weise herstellt, entweder einfache Formen haben, namentlich solche, die

durch Rotiren an Profilen sich herstellen lassen, oder solche, die durch Aufmauern planer Flächen sich combiniren lassen;

oder complicirtere Formen von solchem Umfang haben, dass die Modellkosten sehr beträchtlich ausfallen und dass wegen der erforderlichen Haltbarkeit der Form auch mit Modell dann der Lehm oder mindestens die fette Masse als Material benutzt werden müsste.

Es schliessen sich daran die vereinzelten Fälle der Kunstgiesserei in Lehm, welche mit der Anwendung der Masse vielfach combinirt und ausgebildet worden ist.

Ein allgemeines Verfahren der Lehmförmerei giebt es für alle Fälle nicht; jeder einzelne Fall, je nachdem mit Schablonen, mit Schablonen und Modelltheilen, mit Wachs- oder Gypsmodellen u. s. w. gearbeitet wird, muss besonders behandelt werden.

Die Bestandtheile des Formmaterials sind zwar vorwiegend dieselben, doch die Behandlung der Mischungen weicht bedeutend ab. In Bd. I. bei der Besprechung der Formmaterialien ist über den Lehm nur wenig mitgetheilt worden; ein so schwankender Bestandtheil des Bodens kann auch kaum zum zweiten Mal gefunden werden, nur wird dieser variable Charakter durch die allen Lehm- und Thonarten gemeinsame Plasticität so sehr gedeckt, dass jede Lehmart zur Förmerei brauchbar ist. Es müssen ja doch erhebliche Vorbereitungen derselben erfolgen, ehe sie zur allerrohesten Verwendung taugt.

§. 395. Nach dem bereits Angedeuteten und nach der Uebersicht der Formmethoden im §. 350, S. 538 fg.

gruppiren sich die Arbeiten der Lehmförmerei folgendermaassen am besten:

aa) einfachere, auf Rotation von geraden, gekrümmten und gebrochenen Linien beruhende Förmerei;

bb) complicirte, auf symmetrischer und nichtsymmetrischer Anordnung von Elementarformen und der Combination mit Rotationsformen beruhende Förmerei;

cc) Kunstförmerei mit Kernstücken in Lehm- und Gypsmänteln — Statuenförmerei.

Glocken, Kessel aller Art, einfache, ohne Seitenstützen u. s. w. geformte cylindrische Körper, Rohre mit Muffen und Flansch, Walzen u. s. w. formt man mit Schablonen und durch Ab- oder Ausdrehen.

Maschinentheile: Balanciers, schwere Räder, Cylinder mit Dampfkanälen, Ventilhülsen u. s. w., viele Gasreiniger, Skrubber u. s. w. formt man theils mit Schablonen, durch Drehen und Ziehen nach Führungen, theils mit Modellstücken, die an passenden Stellen in die Form gesetzt werden.

Statuen, überhaupt ornamentirte, aus einem Guss herzustellende Dinge formt man entweder über einem in der Form zerstörbaren Modell oder man arbeitet mit Kernstücken auf einem vollkommen festen Modell, das höchstens in Stücke zertheilt wird, die eine Zusammensetzung einzelner Gusstheile zum fertigen Objekt bedingen müssen. Diese Auskunft wird angewandt, um stark vorspringende Theile abzulösen und leichter zu vollenden, als in Verbindung mit der Totalität des Gegenstandes.

aa) Von der einfacheren Lehmförmerei.

§. 396. Das Prinzip der einfachen Lehmförmerei, des Drehens in Lehm, besteht in der Anwendung von zwei Schablonen, die um ein und dieselbe Achse rotiren, also in Ebenen, welche normal zu den Achsen liegen, concentrische Kreise beschreiben.

Die eine dieser Schablonen bildet die Innenfläche des Körpers aus, die andere die Aussenfläche; dieselben brauchen nicht parallel zu sein, sie müssen nur die gleiche Achse haben. Es können die Wandungen des Körpers (wenn er hohl ist) demnach ungleich stark sein, ohne die Anwendung des Princips unmöglich zu machen.

Die Führung der Arbeit, wie auch die Bildung der Schablonen ist bei der einfachen Lehmförmerei zweierlei Art.

Die einfachere und ältere Methode beruht auf der Bildung einer falschen Eisenstärke und der Anwendung hohlgeschnittener Schablonenflächen für die Höhlung des Gegenstandes. Es wird hierbei zunächst die Innenfläche hergestellt, dann die Eisenstärke aus Lehm aufgetragen (trennbar natürlich von Kern und Mantel) und schliesslich auf diese Eisenstücke die Aussenfläche schablonirt, die dann übermantelt wird.

Die etwas unbequemere und neuere Methode, die weniger Zeit in Anspruch nimmt, arbeitet ohne Eisenstärke und gebraucht eine hohlgeschnittene Schablone zum Kern, während unabhängig hiervon mit einer convex geschnittenen Schablone der Mantel ausgedreht wird; beide müssen dann genau zusammenpassen.

Während man die erste Methode stets anwenden kann, beschränkt sich die Anwendbarkeit der zweiten vorwiegend auf solche Fälle, die einen ungetheilten Mantel gestatten.

Sobald man den Mantel theilen muss, um ihn von der Schablone abziehen zu können, ist die erste Methode kaum zeitraubender und dazu weit sicherer; denn es ist schwer, eine grössere Anzahl Theile einer Lehmform vollkommen passend herzustellen.

§. 397. Um den Kern einer Lehmform aufzubauen und um überhaupt die umfänglicheren Theile einer solchen herzustellen, ist es nothwendig, Lehmstücke in bereits lufttrocknem Zustande anzuwenden.

Es geschieht dieses einmal, um an Arbeit zu sparen, indem man die Luftziegel aus präparirtem Lehm durch Ziegelstreicher in Vorrath herstellen lassen kann;

dann, um an Trocknungskosten zu sparen, indem die Luftsteine nur wenig Wärme zu absorbiren haben, um den zum Guss nöthigen Grad der Trockenheit zu erlangen;

endlich, um bei der Arbeit selbst eine bereits geschwundene, nicht mehr viel schwindende Masse zu benutzen und um dem Krummwerden durch Senken einer grössern weichen Lehmmasse aus dem Wege zu gehen — die eine bedeutende Zahl von Ankern erfordern würde, um zu halten.

Die Anwendung von Luftsteinen ist deshalb überaus verbreitet.

Diese Steine werden aus nicht zu fettem Lehm gemacht und im gewöhnlichen Ziegelformat möglichst sauber (besonders zu grösseren Formen) hergestellt. Grössere Werke, die eigene Ziegeleien haben, können sie auf diesen machen lassen; sonst lässt sich ein Ziegelstreicher ausreichend für die Lehmförmerei beschäftigen. Diese Steine werden, wie schon angedeutet, nur lufttrocken vermauert und höchstens in der Darrkammer etwas getrocknet, nachdem sie an der Luft hart geworden sind. Sie dürfen nicht zu fest sein, sondern müssen im Gegentheil eine gewisse Porosität haben, sonst erschweren sie das Entweichen der Luft beim Giessen und verderben leicht das Resultat der Arbeit.

Die letztere Erfahrung, die sich von selbst erklärt, motivirt auch die beschränkte Anwendbarkeit wirklich gebrannter Steine bei der gewöhnlichen Lehmförmerei. Wenigstens dürfen solche in keinem Fall zur Bildung von Kernen verwendet werden, viel eher zur Darstellung von Mänteln, die ja doch immer bestimmt sind, den grössten Theil der totalen Haltbarkeit der Form und den hauptsächlichsten Widerstand gegen den Druck des flüssigen Metalls zu leisten.

§. 398. Das nächstdem zu erwähnende Hilfsmittel beim Aufbau der Formen besteht in den eisernen Armaturen, die unmittelbar zum Aufbau der Form benutzt werden und theils ihre Unterlagen, Böden und Decken, theils innere, in die Formmasse gelegte Streben, Spreizen und Stützen bilden.

Die allgemeine Charakteristik der Armaturen (in Bd. I.) und ihre Herstellung (in diesem Bande, §. 297, S. 366) nicht wiederholend, ist hier nur zu erwähnen, dass solche Armaturen von unnachgiebigem, möglichst starrem Charakter sein müssen und deshalb aus starken Herdgussplatten bestehen.

Um den Lehm leichter zum Haften zu bringen, ist bei allen dafür zu sorgen, dass auf einer Seite Haken oder Vorsprünge eingegossen werden oder dass sie in irgend einer andern Weise geeignet gemacht werden, den Lehmüberzug festzuhalten.

Die gewöhnlichste Form für Armaturplatten zu Schablonenarbeiten ist die ringförmige; die kleineren Durchmesser giesst man auch wohl voll bis auf eine 6—8 Zoll grosse kreisförmige Oeffnung in der Mitte. Diese ist immer erforderlich, um die Kernluft abzuführen; ausserdem aber durchlöchert man die übrige Fläche noch mehrfach, um auch zum Ableiten von Lüften Gelegenheit zu haben, wenn Mäntel auf den Platten aufgemauert werden.

Die Radien der Platten und Ringe richten sich in ihren Abmessungen nach den verlangten Gegenständen. Doch gestattet die Breite der Ringe, eine grosse Anzahl von Formenweiten mit einem relativ geringen Inventar von Ringen und Platten herzustellen.

Wenn Mäntel und Kerne besonders aufgemauert werden, sind Armaturen nothwendig, die genau zu einander passen — im andern Fall genügt eine Armatur für Mantel und Kern.

Das letztere findet der Regel nach bei den nach der älteren Methode zusammengestellten Formen statt, während bei einer getrennten Bearbeitung von Kern

Mantel zwei Armaturstücke vorhanden sein müssen, welche zu einander in genauester Beziehung stehen.

§. 399. Noch ist als eines wesentlichen Theils der Vorbereitungs-Hilfsmittel bei der Lehmförmerei der Drehvorrichtungen, Spindeln etc. Erwähnung zu thun, welche in verschiedener Ausstattung vorhanden sein müssen, um allen Fällen der Förmerei zu entsprechen.

Die Chablonen werden in Spindeln eingespannt, ähnlich wie dieses auf Taf. XVII., Fig. 6 u. 7, für die Walzen- und Plunger-Chablonen angedeutet worden ist, und diese Spindeln in verschiedener Weise ein- oder festgelagert.

Einige Giessereien beschränken sich darauf, in den Darrkammern, wo vielfach gearbeitet wird, um die feuchten Formen nicht bewegen zu müssen, Lagerkästen im Boden der Kammern und Lagerbänder an den Gewölbebalken der Darrkammern anzubringen; die Spindeln werden aus zwei Stücken hergestellt, die sich zusammenschieben, auseinanderziehen und dadurch leicht einlagern lassen.

Neuere Giessereien haben die Arbeit aus den Darrkammern heraus vor dieselben verlegt, um die Darrkammern ununterbrochen benutzen zu können. Es sind dann, wie z. B. in Seraing, Wandlager angebracht, welche die Spindeln führen. Diese Lager sind so eingerichtet, dass sie die Spindeln ohne Hilfe eines anderen Lagers hinreichend fest zu führen im Stande sind; Giessmeister Résimont in Seraing hat ferner die Lager so disponirt, dass sie sich drehen und wenden lassen, so dass die Spindeln jede beliebige Neigung zur Vertikalen einnehmen können. Es wird dadurch möglich, zusammengesetzte Körper, die aus einzelnen Rotationsflächen bestehen, zu formen, ohne die Formen theilen zu müssen.

Es ist dies für alle Rohrverzweigungen sehr wichtig, denn es gestattet eine gleichmässige Behandlung des Trockenprozesses der Form, während bei ursprünglich getheilter Form es nothwendig sein würde, die getrockneten Einzeltheile wieder zusammenzukleben und diese

Fugenmassen dann wieder zu trocknen. Die Ungleichheit des Schwindens bei ungleich wiederholter Trocknung macht sich in solchem Falle sehr bemerklich und ist kaum auszugleichen oder zu vermeiden.

Andererseits ist es schwierig, freiliegende und an einem Ende geführte Spindeln so zu betreiben, dass sie nicht in schwingende Bewegung gerathen; verstell- und verlegbare Hilfslager würden sich in solchem Falle wohl bewähren.

Alle diese besonders construirten Hilfsvorrichtungen zur Lehmförmerei, wie z. B. auch die Anwendung von Longitudinalbewegungen der Chablone, um bei gleichzeitiger abhängiger Drehung eine Schraubenlinie ziehen zu können (wie sie Ingenieur Glauer auf der Giesserei der Hamburg-Magdeburgischen Dampfschifffahrts-Actiengesellschaft etc. zu Buckau-Magdeburg anwendet) rechtfertigen sich nur bei speciellem auf Lehmförmerei vorzugsweise gerichteten Betriebe.

§. 400. Das allgemeine Förmereiverfahren beim Lehmguss ergiebt sich aus der folgenden Schilderung der Herstellung zweier Formen eines Kessels mit umgekehrter Stellung und eines Kessels mit hängendem Kern. Die Formen sind auf Taf. XVIII. Fig. 1 und 2 im Durchschnitt dargestellt und so gezeichnet, als wären sie bereits mit Eisen vollgegossen.

Bei dem Kessel Fig. 1 liegt der einfachere Fall vor, dass Kern **und** Mantel durch die in §. 396 erwähnten falsche Eisenstärke vermittelt, an einer Spindel gedreht werden. Der Kern, als der schwierigere zu bewegende Theil, bleibt beim Ausschlagen der Eisenstärke stehen und der Mantel ist abnehmbar. In Folge dessen beginnt man mit dem Drehen des Kerns, dessen Körper aus Luftsteinen zusammengesetzt und zum Ueberdecken der innen bleibenden Höhlung in der oberen Hälfte mit Eisenstreben verankert ist, welche, kreuzweise und doppelt gelegt, die Spindel oben durchlassen. Nachdem die Kernfläche durch einen fetten Lehmbeschlag roh hergestellt worden ist, schlichtet man sie mit magerem, dem eigentlichen Form-

lehm, ab und dreht mit Wasser recht sauber die Aussenfläche ab. Nachdem die Form in diesem Zustande eine erste Trocknung erfahren, bestreicht man die Fläche mit einem Isolirmittel, gewöhnlich Asche in Wasser suspendirt, und trägt in Formlehm die Eisenstärke auf, welche wiederum getrocknet und isolirt werden muss.

Die Zusammensetzung des Mantels erfolgt ohne Chablone, aber auch ohne vorläufige Wegnahme der Chablonenachse. Zunächst sind aus Schmiedeeisen Stäbe zu biegen und anzupassen, welche dem Mantel Haltbarkeit geben und auch Handhaben zum Transport des Mantels resp. der Manteltheile bieten sollen. Diese Stäbe, gewöhnlich normal zum Kesselrande gestellt, werden gegenseitig durch Draht oder bei grösseren Güssen durch Bandeisenreifen verbunden, verschraubt oder vernietet.

Man muss hierbei sorgfältig Acht haben, dass die Querverbindungen nicht durchgehen, sondern die Theilung des Mantels in zwei Hälften (nach dem grössten Kreise) zulassen.

Um die nachherige Znsammensetzung der Mantelstücke zu ermöglichen, erhalten die horizontalen Bänder gewöhnlich aufgebogene Enden, die durchlöchert sind und mit Schrauben gegeneinander gezogen werden — oder sie werden in anderer Weise geeignet gemacht, eine gegenseitige Verbindung fest herzustellen.

§. 401. Der Mantel wird zunächst auf der Oberfläche der Eisenstärke aus Formlehm gebildet, dann wird fetter Lehm genommen und in diesen die Armatur eingedrückt, so dass noch immer ausreichender Zwischenraum bis zur Gussfläche bleibt.

Die Dicke des Mantels ist verschieden, je nach dem Umfange des Gussstückes; sie kann lediglich durch Erfahrung festgestellt werden.

Nachdem der Mantel auf der Eisenstärke getrocknet ist, wird er in der oben angedeuteten Weise zersägt und abgenommen. Dann zerschlägt man die Eisenstärke und putzt nun beide Theile der Form, Kern und Mantel, aus, ergänzt fehlerhafte Stellen und

überzieht die Gussflächen mit einer kohlehaltigen Schwärze, die dann gut polirt wird. Die Zubereitung dieser Schwärze, wie auch der Gebrauch derselben ist vielfach Geheimniss der Förmereien, indessen reducirt sich die ganze Schwierigkeit der Sache darauf, dass die Schwärze, ungeschickt aufgetragen, leicht abblättert. Sie darf nicht zu fett sein, um nicht zu stark zu schwinden, und muss doch Plasticität genug haben, um sich poliren zu lassen. Je mehr sie in der Zusammensetzung dem Formlehm selbst ähnlich ist, um so sicherer ist man ihrer Adhäsion an die Form und ihrer Festigkeit.

Sie muss auch hinreichend feuerbeständig sein, um der Hitze des Gusses ohne Anbrennen d. h. Festschmelzen an dem Gusseisen zu widerstehen. Diese Feuerfestigkeit verleiht man ihr durch den Kohlegehalt und oft auch durch den Gehalt an gebranntem sandigem Formlehm. Bei sehr grossen massigen Stücken treten naturgemäss ganz andere Anforderungen an die Schwärze auf, als bei verhältnissmässig dünnwandigen Gegenständen.

Im vorliegenden Falle genügt eine fein zerriebene Formlehmschlichte, der man durch Kleister die ausreichende Bündigkeit giebt und der man etwas Staub von schwer verbrennlicher Kohle oder gutem Graphit beigemischt hat. Um sie besser auftragen zu können, netzt man die Formflächen, nach dem Abreiben der äusseren Haut, mit etwas lehmigem Wasser und trägt dann erst die Schwärze, nachdem sie gut umgeschüttelt ist, mit einem breiten Pinsel rasch auf.

Die fertige Form wird nun zusammengesetzt, nachdem man die Passflächen auf der Formplatte, das sogenannte Schloss und die Theilungsflächen des Mantels mit feinem Lehm bestrichen hat. Nachdem die Mantelstücke vollkommen fest aneinander geschlossen sind, bringt man die ganze Form nochmals in Hitze und dämmt sie dann so tief ein, dass nur die Kuppe des Kesselbodens, in welcher der Einguss sich befindet, heraussieht, belastet sie und macht mit möglichster Ge-

schwindigkeit den Giesskanal, um ein Feuchtwerden der Form zu verhüten.

Beim Eindämmen ist vorsichtig zu verfahren, um in keiner Weise den Mantel zu gefährden, der ja vollkommen frei über dem Kerne sich wölbt und ausser auf dem Schloss der Grundplatte, nirgends aufliegt. Das Abgiessen kann mässig rasch geschehen und, die austretende brennbare Luft darf erst dann entzündet werden, wenn sie eine so bedeutende Geschwindigkeit des Austretens hat, dass ein Rückschlagen nicht mehr zu befürchten steht.

§. 402. Der Kessel Fig. 2 der Tafel XVIII. entspricht der Gestalt, welche die zu Entsilberungsarbeiten des Werkbleies benutzten Gefässe haben. Diese Krystallisationskessel werden unter Umständen benutzt, welche eine möglichst grosse Dichtigkeit des Eisens selbst und eine möglichst grosse Homogeneïtät desselben erfordern.

Das flüssige Blei hat die Eigenschaft, das Eisen zu durchdringen und hindurchzurieseln, sobald das Gussmaterial nur im Mindesten weich und porös erscheint. Die Porosität braucht sogar nicht in anderer Weise bemerklich zu sein, um die Verwendbarkeit der Kessel sofort auszuschliessen. Der Betrieb der Entsilberungsarbeiten, sei es durch einfache Krystallisation oder durch Zink, Wasserdampf und andere Hilfsmittel bedingt weiter ein jeweiliges Abkühlen und Wiedererhitzen der Schmelzgefässe. Dadurch entstehen natürlich Contractionen und Dilatationen, welche in Verbindung mit der starken Inanspruchnahme der Gefässwände durch die Last des flüssigen Inhalts eine durchaus gleichmässige Textur neben einer bedeutenden Festigkeit des Eisens verlangen, um nicht zu Sprüngen Veranlassung zu geben.

Diesen Anforderungen gegenüber musste gleich bei der ersten Einführung dieser Gefässe die Methode verworfen werden, welche in den beiden vorhergehenden §§. geschildert worden ist und die für ordinaire Kessel vollkommen ausreicht.

Die Hauptaufgabe war nun, einen hinreichend

leichten hängenden Kern herzustellen, und der Verfasser darf für sich und den damals in Gleiwitz beschäftigten Meister der Lehmförmerei die Idee eines eisernen Kernkorbes als Eigenthum in Anspruch nehmen, wie er auf Taf. XVIII. Fig. 2 angegeben ist. Dieser Korb, mit Stacheln besetzt und mit Oeffnungen versehen, erhielt mittelst Chablonen einen 1 — 1¼ Zoll dicken Ueberzug von fettem und magerem Lehm und wurde, nachdem er geschwärzt und abgeschlichtet war, in sehr kurzer Zeit getrocknet.

Der Mantel wurde, wie Fig. 2 zeigt, aus Steinen auf einer runden, mit Löchern versehenen Sohl- oder Fundirungsplatte aufgebaut und ebenfalls nur auf geringe Stärke mit Formlehm ausgeschlichtet und mit einer Chablone an zweifach geführter hängender Spindel ausgedreht. Die Ohren des Kessels wurden mit Holzmodellen im Mantel eingeformt, wie in der Figur angedeutet ist.

Eine breite, an dem sphärischen Kernkorb angeschraubte Auflageplatte vermittelt das feste Aufeinanderliegen von Kern und Mantel. Diese Platte hat über dem Kesselrande die Löcher für Eingüsse und Steigetrichter, die in gleicher Anzahl, gewöhnlich je zu 4 um die Peripherie vertheilt wurden. Mit der Sohlplatte wurde die genannte Kerndeckplatte anfänglich durch die sonst in der Lehmförmerei üblichen Winkel von Gusseisen und Keilen (wie an der rechten Seite der Zeichnung auch angegeben ist) verbunden; später bei Vervollkommnung des Inventars wandte man eiserne Zugstangen, die gleich in der Ziegelmasse mit eingeformt wurden, an und schraubte die Deckplatte daran fest.

Die sonstige Behandlung der Form beim Guss wich nicht ab von der allgemeinen Praxis der Lehmförmerei; zu erwähnen bleibt nur, dass der Kessel mit Kern und Eingüssen vorsichtig aus dem Mantel gehoben wurde, wobei der letztere fast unlädirt erschien und nach Entfernung des eingeschlichteten Formlehms sofort wieder benutzt, d. h. mit einem neuen Ueberzuge auschablonirt werden konnte.

Die Eingüsse müssen stets vorsichtig abgehauen oder abgesägt werden, um den Kesselrand nicht zu sehr zu schwächen.

§. 403. Unter die Aufgaben der einfachen Lehmförmerei gehört noch die Darstellung eines Cylinders für hydraulische Pressen, wie er in Fig. 3 und 4 der Taf. XVIII. dargestellt ist, ferner die Fabrikation grösserer Glocken, obwohl dieselben meist in Stahl oder Bronce ausgeführt zu werden pflegen, da das einzige klingende Roheisen, das splittrige weisse Eisen, nicht haltbar genug ist, um den Schwingungen beim Läuten lange und unter verschiedenen klimatischen Einflüssen zu widerstehen.

Indessen bietet die Glockenförmerei doch hinreichend interessante Momente, um ein paar Worte der Erwähnung zu verdienen, obwohl dieses Gewerbe noch vielfach nach alten Ueberlieferungen und ohne technisches Bewusstsein betrieben wird.*)

Die in Fig. 3 und 4 dargestellte Form eines hydraulischen Cylinders zeigt eine Complication gegenüber den beiden schon beschriebenen Kesselformen. Es wird mit besonderer Schablone der Kern auf eine als Basis der ganzen Form dienenden Fundi-

*) Die bedauernswerthen Misserfolge der ersten Güsse der Kaiserglocke für den Cölner Dom zeigen auf das Deutlichste, dass das Geheimniss der Glockenverzeichnung und die traditionelle Routine der Glockengiesserfamilien nicht ausreichen, ungewöhnliche Aufgaben zu bewältigen. Die gleich Anfangs mündlich ausgesprochene Ansicht des Verfassers, dass der richtigste Weg der gewesen wäre, auf einer grossen Giesserei des Rheinlandes durch den Glockengiesser die Form ausführen und unter der gemeinsamen Leitung desselben und der Werks-Ingenieure die Schmelzung wie den Guss vor sich gehen zu lassen, nachdem eine genaue Metallberechnung vorhergegangen, hat der weitere Nichterfolg der Bemühungen des Frankenthaler Meisters als richtig erwiesen. Der Verfasser ist weiter überzeugt, dass der Bochumer Verein es auch ohne den Glockengiesser fertig gebracht hätte, die Glocke in der erwünschtesten Qualität zu liefern, da es weit schwerer ist, einer Gussstahlglocke einen richtigen Ton zu geben als einer Bronceglocke und da die Behandlung des Gussstahles für bestimmte Zwecke jedenfalls schwieriger ist, als die der zinnreichen Glockenbronce.

rungsplatte aufgedreht, nachdem diese Fundirungsplatte einen bügelförmigen Anker aufgeschraubt erhalten, welcher, im Inneren des Kerns verborgen, den letzteren, der beim Guss vollständig unter Eisen zu stehen kommt, am Losbrechen und Schwimmen hindert. Derselbe ist in Fig. 3 punktirt gezeichnet. Bei oft vorkommenden Güssen der Art ist es besser, eine hohle Blechspindel zu machen, die mit einem nur geringen Ueberzug von Lehm bedeckt und schablonirt wird, um den fertigen Kern zu liefern.

Der Mantel der Form wird so hergestellt, dass, wie die rechte Seite der Fig. 4 andeutet, zunächst ein Modell der Aussenfläche des hydraulischen Cylinders aus Lehmsteinen gemacht wird, welches mehrfach als Unterlage für den Mantel benutzt werden kann. Die Herstellung des Mantels geschieht in analoger Weise wie beim Kessel, Fig. 1, nur ist der Bau desselben etwas kräftiger zu machen und wegen der grösseren Eisenmasse der Form auf eine gute Schwärzung Rücksicht zu nehmen. Der Mantel wird der Länge nach aufgeschnitten und dann über dem Kern zusammengesetzt (vergl. Fig. 3, linke Seite), womöglich in einen starken Formkasten eingeschlossen und mit Masse umstampft. Der verlorne Kopf muss ziemlich hoch sein und wird dann auf der Drehbank abgestochen; giesst man Cylinder mit gerundeter Form, so ist es besser, sie mit der Oeffnung nach oben zu formen und den Mantel horizontal (unter dem Rand) zu theilen. Die weitere Behandlung ist wie bei dem Guss der Geschütze, Walzen und anderer massiger Stücke und es ist auch hier auf die Eigenthümlichkeiten des Gussmaterials Rücksicht zu nehmen.

§. 404. Die Zusammensetzung einer Glockenform ist in den Fig. 5 und 6 der Taf. XVIII. wiedergegeben, wobei die Schablonen weggelassen und nur die einzelnen Theile der fertig zusammengesetzten Form angegeben sind.

Die ältere Methode, nach der übrigens die meisten Bronceglocken gefertigt werden, ist auf Fig. 5, nach den Angaben des mehrfach genannten Launay

dargestellt und besteht wesentlich aus den nachstehenden Einzeloperationen.

Vorbereitung der Chablonen. Auf das Chablonenbrett werden die beiden Umrisse der Glockenflächen, innere und äussere, aufgetragen und demnächst noch Parallelen für die Lehmlagen des Kerns. Man bedient sich einer Chablone, die immer anders ausgeschnitten wird, nachdem man eine Fläche gedreht hat; es wird dadurch eine grosse Genauigkeit vorherbedingt, indem das Brett niemals aus dem Arm genommen, also die Rotationsflächen nothwendig concentrisch werden müssen.

Aufbau des Kernfundaments. Das einem cylindrischen Kuchen gleiche Fundament des Kerns, mit Abzügen und Luftcanälen versehen, wird aus Lehmsteinen mit Hilfe einer auf einen Holzstock, der in der Mitte des Fundaments steckt, rotirenden Chablone roh abgedreht. Auf das Fundament wird eine cylindrische Lehmziegelwand bis knapp zur halben Höhe der Glocke aufgeführt und auf dieselbe eine starke eiserne Klaue mit drei Griffen gelegt, welche in der Mitte eine Körnerspur für das spitze Ende der Chablonenaxe hat und von dem vorher benutzten Holzpfahl unterstützt wird.

Anfertigung des Kerns. Nach der genaueren Aufstellung der Chablonenaxe, welche ausserhalb der Dammgrube in einem Lager läuft, das an einem starken über der Dammgrubenöffnung liegenden Balken befestigt ist und lothrecht über der Körnerspur der in der Form eingemauerten Klaue sich befinden muss und nach dem Einhängen des Chablonenbrettes, in welchem der erste Kernumriss mit einer Handsäge scharfkantig ausgeschnitten worden — wird der Kern bis zur Höhe der Kronenfläche aus Steinen und Lehm so genau als möglich aufgemauert und mit einem mittelfeinen fetten Lehm abgeschlichtet.

Trocknen des rohen Kerns. Der oben offne Kern wird nun mit Kohlen angefüllt, ohne dass die Chablonenaxe mit allem Zubehör herausgezogen ist und Feuer auf die Kohlen geschüttet. Nachdem man

die Oeffnung der Kernhöhlung zugedeckt hat und die Abzüge in dem Fundament geöffnet, brennt das Feuer von oben langsam herunter und trocknet während 18 bis 24 Stunden die Kernwand und das Fundament gleichmässig aus.

Es ist hierbei, um Ungenauigkeiten zu vermeiden, nothwendig, die zuerst trocknenden Theile des Kerns so lange feucht zu erhalten, bis die anderen in der Masse stärkeren Theile und Partien denselben Grad der Austrocknung erreicht haben; es geschieht dieses durch vorsichtiges Benetzen des oberen Theils vom Kern mit Wasser.

Abschlichten des Kerns. Die Chablone, welche indess im Arm eingespannt bleibt, wird nun bis auf den Umriss der inneren Glockenfläche scharf ausgeschnitten und wieder in Thätigkeit gebracht, nachdem man Formlehm, der unter Steinen zerrieben worden ist, aufgetragen hat. Es wird der vollkommen glatte Kern in gleicher Weise, wie früher, gebrannt und der Lehmüberzug so oft wiederholt, bis die Chablone, den letztgegebenen Ueberzug vollständig wegnehmend, die trockne Oberfläche entblösst. Nun erhält der Kern noch einen dünnen Ueberzug von Seife und Asche, der nicht mit Feuer getrocknet zu werden braucht und wird dann in allen Dimensionen auf das Genaueste revidirt.

§. 405. Die Eisenstärke der Glocke wird aus dem gleichen Formlehm gebildet, der zum unmittelbaren Ueberzug der Kernziegeln gedient hat und der ballenweise nebeneinander, von unten anfangend, auf die Kernfläche gepackt wird. Unter stetem Spiel der Chablone wird diese rohe Masse mit mehreren Schichten des fein verriebenen Formlehms abgeschlichtet, nachdem man losen Hanf in möglichst langen Fasern und horizontalen Windungen aufgelegt hat, um das Zerreissen thunlichst zu verhindern.

Die Chablone, die für dieses in Lehm geschehende Abdrehen der Eisenstärke oder des falschen Glockenmodells etwas knapp ausgeschnitten war, wird nun ausgehängt und mit der grössten Sorgfalt

nachgeschnitten, dann werden in den traditionellen Abständen die Reifenspuren eingekerbt und nach dem sorgfältigen Trocknen der Metallstärke wird dieselbe mit einer Mischung von Talg, Seife und ein wenig Wachs überzogen und mit der leicht aber genau geführten Chablone eine glatte Fläche hergestellt.

Nach Wegnahme der Chablone klebt man nun die aus Modellirwachs geformten, in warmem Wasser etwas weich gemachten Verzierungen der Glockenfläche auf die übertalgte Oberfläche und putzt alles sauber aus.

Die Darstellung des Mantels geschieht in verschiedenen Materialien. Zunächst wird ein ganz feiner, durch ein Sieb geriebener Brei von Formlehm angefertigt; derselbe wird mit kleingeschnittenem Werg, Thier- (Kälber-) haar und Pferdemist zu einem Brei angerührt, der, nachdem er das Sieb wiederum passirt hat, zur Verwendung geeignet erscheint. Dieser von selbst sich ausbreitende Schlamm wird vom Arbeiter vorsichtig auf die Oberfläche des Glockenmodells gebracht, so dass eine Schicht von etwa 2—3 Linien, also circa 5—7 Millimeter, gleichmässig die ganze Metallstärke bedeckt und nach 12 bis 15 Stunden, ohne Feuer, zu einer festen Kruste erhärtet. Dieser erste Ueberzug wird von einem zweiten aus demselben Material, doch weniger flüssig, bedeckt und auch dieser ohne weitere Hilfe lufttrocken werden gelassen.

Dann setzt man die Chablone, die unterdessen der Manteldicke entsprechend ausgeschnitten wurde, wieder ein und giebt in den Kern ein gelindes Feuer, das nur ganz vorsichtig gesteigert werden darf.

Die noch übrige Stärke des Mantels wird aus recht bündigem, fettem Lehm unter allmäligem Trocknen aufgestrichen und durch starkes Kneten und Kneifen der Patzen ein festes Gefüge hergestellt; das Aeussere wird dann in passender Weise mit der Chablone abgeschlichtet und vollendet.

Auseinandernehmen der Form. Nachdem der Mantel vollkommen durchgetrocknet ist, wird er durch vorsichtiges Eintreiben von glatten Holzkeilen

zwischen den Flächen am Schloss gelüftet und dann mit einem Krahn abgehoben. Das Wachs der Verzierungen ist längst ausgeschmolzen und man hat Nichts mehr zu thun, als die etwa schadhaften Stellen zu flicken und mit Strohfeuer die Reparaturen abzutrocknen. Die Eisenstärke wird vorsichtig abgelöst und als Formmaterial beiseite gelegt. Man füllt jetzt den ganzen früher zur Aufbewahrung des Feuers benutzten Kernraum mit Sand und giebt in die Mündung der Kernhöhle gute Formmasse, in die der Klöppelhaken eingesteckt wird, um mit seinen rauh gehauenen Enden in dem Metall der Kronenbügel vergossen zu werden.

Das Kronenmodell, besonders in Lehm gefort, wird in die Mantelöffnung genau eingesetzt und mit Sand oder Masse befestigt; diese letzte Operation ist die schwierigste, weil die Enden des Klöppelhakens, welche aus dem Kern heraussehen, in den Hauptbügeln der Krone, die durch den sogenannten Steg verbunden sind, genau im Mittel sich befinden müssen. In dem Kronenmodell sind Einguss und Lüfte enthalten, von welchen der erstere auf dem Steg der Hauptbügel, die letzteren auf den Nebenbügeln der Krone stehen.

§. 406. Die aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtliche Schwierigkeit des ganzen Manövers bei dem Glockengiessen macht es jeder Fabrik, welche in der Lage ist, viele Geläute zu liefern, zur Pflicht, sich nach und nach ein festes Inventar an Formkasten und Kernkörben zu verschaffen, die eine grössere Garantie des Erfolges bei der Arbeit bieten.

In Fig. 6 ist die Construktion eines Glockenformkastens versucht, welcher vollkommen geschlossen, dabei leicht transportabel und unnachgiebig ist. Die Genauigkeit, mit der man metallne Formkasten mit Spindellagern versehen kann, garantirt eine genaue Concentricität von Mantel und Kern, auch wenn beide unabhängig von einander gedreht werden.

Der Kernkasten ist so gebaut, dass die Masse hinreichend dick aufgetragen werden kann, um dem

Kern einen geringen Grad von Nachgiebigkeit zu geben, während der Mantelkasten mit einer Anzahl Rippen versehen ist, um nach Möglichkeit die Masse fest zusammenzuhalten. Die Krone der Glocke, für die die Bochumer Construktion gewählt worden ist, liegt mit der Oberfläche unter einem abnehmbaren Kopfstück des Mantelkastens, so dass man das Modell der Krone ganz leicht nach jener Seite hin abziehen kann, nachdem das Drehen des Glockenmantels stattgefunden hat. Man kann auch, wie bei der alten Methode, einen besondern zweitheiligen Formkasten mit der Krone einsetzen, nachdem der Mantel fertig ist. Die Disposition der Eingüsse lässt sich bei der Anwendung eiserner Armaturen auch ganz bequem in der halben Glockenhöhe an mehreren Stellen des Mantels anbringen, so dass die Krone zum Anbringen der Lüfte verwendet werden kann. In der gedachten Weise scheint die Glockengiesserei für Stahl ausgeführt zu werden, wenn auch der Verfasser nicht behaupten will, dass seine Formkastenidee genau den in Bochum vorhandenen Einrichtungen entspricht. Jedenfalls verdient die Substitution fester Armaturen und correkterer Einrichtungen an Stelle der alten Geräthschaften die Theilnahme der Glockengiesser von Fach.

Dass man übrigens auch gusseiserne Glocken mit Erfolg darstellt, beweist die Ausstellung des Commerzienrathes Craemer von der Quint bei Trier bei Gelegenheit der Weltausstellung in Wien 1873.

bb) Von der complicirteren Lehmförmerei.

§. 407. Abgesehen von den Zusammensetzungen von Rotationsformen, planen Flächen u. s. w., die hierher gehören, kommen einige Gegenstände vor, bei welchen mit Holzmodelltheilen und mit einem Lehmmodellstücke alle Theile des Mantels angefertigt werden können und nachher nur einer ausreichend genauen Zusammensetzung bedürfen, um für grosse Maschinenstücke u. s. w. brauchbare Gussformen zu geben.

Ein solches Beispiel bietet der Balancier Fig. 7,

Taf. XVIII.; derselbe wird in einer Hälfte und dazu doch nur einseitig auf einer starken Eisenplatte aus Lehm hergestellt. Die Wülste für die Zapfen, von Holz gedreht, werden eingesetzt und die Rippen werden mit Chablonen nach geraden oder nach den Balanciercontouren entsprechend ausgeschnittenen Lehren in Lehm gezogen. Auf diesem Viertel-Modell des Balanciers, das vollkommen horizontal gelegt sein muss, werden nun 4 Mantelstücke abgeformt, nach oben hin verankert und mit Handhaben versehen, die indess vertieft liegen müssen.

Diese 4 Mantelstücke, mit Passflächen versehen, die man durch Leisten, die über oder unter der Theilungsebene des Lehmmodells eingelegt sind, direkt herstellt, werden vereinigt auf 2 Platten von ausreichender Starrheit mit bündigem festen Lehm, Formnägeln und Schrauben u. s. w. befestigt und geben, aufeinandergelegt, wie in Fig. 8, die vollständige Form des Balanciers. Die Zapfenhöhlungen sind natürlich durch besonders geformte cylindrische Kerne gebildet, die in eigenen Kernkasten gemacht werden.

Sehr complicirt sind die Formen grosser oder kleinerer Dampfcylinder für Woolf'sche Maschinen, wobei gewöhnlich beide Cylinder aneinander gegossen sind, Dampfmäntel hier und da noch vorkommen und die Canäle zwischen den Cylindern viel Umstände verursachen.

Ueberhaupt bieten die Maschinenfabriken die schönsten und schwierigsten Aufgaben für den Lehmguss dar; man kann sich davon überzeugen, wenn man die Giessereien der grössten Maschinenfabriken durchwandert, z. B. Sterkerade, Mülheim a. d. Ruhr, Cöln, Chemnitz, Berlin und viele Andre in Deutschland, Seraing, Marcellis, John Rose in Belgien, Escher, Wyss in der Schweiz u. s. w.

Die Hauptaufgabe bei allen diesen Gegenständen ist geschickte Theilung des darzustellenden Körpers, um möglichst wenig Formtheile zu bekommen, neben der Sorge für gutes Formmaterial und gewissenhafte Arbeit.

cc) Kunstförmerei in Lehm.

§. 408. Obwohl in Eisen Statuen selten mehr gegossen werden, so erfordert es die Rücksicht auf möglichste Vollständigkeit, hier die Methoden anzuführen, welche für die Bildgiesserei in Metall angewendet werden. Es lassen sich die alten und neuen Methoden eintheilen:

in solche, bei welchen das Modell zerstört wird und

in solche, bei denen dasselbe erhalten bleibt.

Die älteren Methoden bedienten sich meist der zerstörten Modells, wogegen die neueren Methoden das Modell zwar theilen, doch aber in diesen einzelnen Theilen vollkommen zu erhalten suchen.

Die älteste Methode, mit verlornem Wachsmodell, ist im Prinzip schon bei der Beschreibung der älteren Glockenförmerei erläutert worden. Es wurde aus Eisenstäben und Lehm, Ziegeln u. s. w. zunächst ein Kern gebaut, der möglichst genau nach dem Modell gebildet wurde. Dieser Kern erhielt eine Metallstärke aus Wachsmischung, welche nun vollkommen künstlerisch behandelt werden musste und je nach der Unterschnittenheit der einzelnen Theile des Monuments sehr verschiedene Stärken erhielt. Darauf wurde nun gemantelt, nachdem die Eingüsse, Luftauslässe (Windpfeifen) und Steiger in Form konischer Stäbe aufgesteckt waren.

Die ganze Operation geschah in der Giessgrube und es wurde nun der ganze Bau vorsichtig erhitzt und getrocknet, bis kein Wachs an den betreffenden Stellen mehr ausfloss. Dann wurde noch stärker gebrannt, je nach der Beschaffenheit des Formmaterials, und schliesslich das Ganze am Tage des Abstichs eingedämmt und abgestochen.

Der grosse Nachtheil dieses an sich einfach klingenden Verfahrens war stets die Ungewissheit, ob die Eisenstärke gleichmässig genug gelungen war, um

das Springen und Reissen über dem Kerne zu vermeiden und die Sorge um das Auslaufen des Ganzen, welches, je nach der Gestalt, das Metall von den verschiedensten Seiten her empfangen musste.

Bei dem Statuenguss nach dieser Methode sprach man stets vom Gelingen des Gusses wie von einem Zufall, zu dessen Eintreten nicht beigetragen werden konnte. Es fehlte der Methode die Sicherheit der Controle; dadurch, dass die Form sich beim Trocknen verzog und ungleich schwand, wurde man genöthigt, eine sehr bedeutende Metallstärke zu nehmen, um beim Ciseliren wieder viel herunterzukratzen.

Dann war die Ausführung eines solchen Förmereiverfahrens nur dem Künstler selbst möglich, da er die Wachshaut selbst modelliren musste. Dadurch wurde auch jeder Fehlguss empfindlicher und sehr theuer; das Künstlerische überwog und das Technische trat zurück. Man braucht nur die Schwierigkeiten zu lesen, auf die Benvenuto Cellini bei seinen Güssen stiess, um sich einen Begriff von der Unvollkommenheit der ganzen Methode zu machen.

Nicht viel besser als die Wachsmodellirung, aber doch etwas besser, ist das von Launay versuchte Ausbrennen der Gypsdetails, welche auf Holzgerippe theile aufgeheftet waren und in dem Mantel sitzen blieben. Es ist dieses nur bei den Ornamenten an der Vendômesäule vorgekommen und sonst nirgends erwähnt.

§. 409. Die neuere, sogenannte Münchener Methode, eingeführt von Stiglmaier und von seinen Schülern, namentlich Rudholzner und Laube, in Lauchhammer weiter ausgebildet, hat das im Kleinen und bei der Gypsgiessere, angewande System der Kernstücke auf die Bildgiesserei im Grossen übertragen.

Das Verfahren ist kurz folgendes: das betreffende Stück, z. B. der Pferderumpf einer Reiterstatue (mit den fest auf dem Sattel liegenden Beinstücken und dem Unterleib des Reiters) ohne Hals, Füsse und Schweif, wird im Gypsmodell auf die Kernunterlage

in der Giessgrube gesetzt. Der Pferdeleib wird unten offen gegossen, um die Auflage für den Kern zu haben; diese Oeffnung wird später mit einer die ganze Bauch- und Brustfläche des Thieres darstellenden Platte ausgefüllt.

Es werden nun auf dem Modell die Grenzen der einzelnen Mantelstücke mit Kohle vorgezeichnet und die Arbeiter beginnen, nachdem sie die vorragenden Flächen des Kernfundamentes geebnet und polirt haben, die Arbeit mit den untersten Mantelstücken. Jedes Mantelstück besteht aus wesentlich 3 Lagen, einer Lage feiner lehmartiger Masse, die in faustgrossen Patzen neben einander gesetzt wird, einer Lage grober fetterer Masse und darüber einer starken Gypsschale, die aus freier Hand aufgeschmiert ist. Zwischen die fettere Masse und den Gyps kommen starke eiserne Stäbe mit aufgebogenen Enden, um nachher die Mantelstücke fest aneinander schliessen zu können. Wenn der Gyps hart geworden ist, schneidet man die Grenzfläche des Kernstückes genau nach und richtet die Neigung dieser Fläche so ein, dass kein Stück nach dem Innern der Form zu vorgleiten kann. Aus diesem Grund lässt man auch innerhalb der Masseschicht pyramidale Höcker auf jenen Flächen vorstehen, die einen guten Anschluss begünstigen.

In dieser Weise mantelt man den ganzen Statuenrumpf ein, so dass schliesslich nur die Schnittflächen an der Statue sichtbar bleiben. Die nächsten Mantelstücke an diesen Flächen bilden über denselben nach aussen sich verjüngende Räume, die später mit Kernmasse vollgegossen werden. Die Mäntel werden jetzt (in umgekehrter Reihenfolge) abgenommen und nachdem sie event. reparirt sind, in Darrkammern vorsichtig getrocknet, wobei man sich vor einer zu starken Erhitzung des Gypses in Acht zu nehmen hat. Sind sie ausreichend trocken, so kann man an die überaus interessante Herstellung des Kerns gehen.

§. 410. Nachdem das Gypsmodell fortgenommen ist, wird aus starken Eisenstäben ein Kerngerippe hergestellt, das in überall gleicher Entfernung von

der Modelloberfläche bleiben muss. Um diese Entfernung gut controliren zu können, legt man die Mäntel an und hilft sich im Uebrigen mit dem Zirkel, den man überhaupt fleissig gebrauchen muss, um das Schwinden der Mäntel u. s. w. verfolgen zu können.

Unterdessen ein Theil der Belegschaft (es können beim Einformen einer solchen Statue, immer 6—12 Mann gleichzeitig thätig sein) das Kerngerippe zurecht macht, beschäftigt sich ein andrer Theil damit, in die Mäntel die Metallstärke zu bringen. Diese Metallstärke wird gebildet durch platt ausgewellte Thonkuchen, welche in die Unebenheiten der Mäntel eingelegt und mit den Händen, besser noch (um das Strecken des Thons und jede Veränderung in der Dicke der Metallstärke zu vermeiden) mit starken Borstenpinseln überall fest angedrückt werden. Dann nagelt man diese Eisenstärken mit langen dünnen Drahtstiften fest an die Mäntel an und setzt die Form aus den so präparirten, etwas übertrockneten Mänteln um das Kerngerüst zusammen, sorgfältig prüfend, ob das letztere überall gleich weit von der Metallstärke entfernt geblieben ist. Nach dem erfolgten Aufbau wird in einem grösseren Reservoir, das einen bequemen Ausguss hat, eine Mischung von Ziegelmehl und Gyps mit Wasser zurecht gemacht und in der Form eines langsam fliessenden Breies zur obersten Oeffnung der Form (in diesem Fall der Rumpfquerschnitt des Reiters) eingegossen. Da die Mischung schnell fest wird, kann sie immer nur portionenweise angefertigt und eingeschüttet werden. Nach einigen Stunden nimmt man die Mäntel wieder auseinander und entfernt aus denselben die feucht und biegsam gewordene Metallstärke mit dem grössten Theil der Nägel, flickt die schadhaft gewordenen Stellen der Mäntel aus und macht dieselben nun nach und nach gussfertig, indem man sie ausschlichtet und scharf trocknet. Während der Zeit wird auch der Kern getrocknet und fertig gemacht, so dass der endgültigen Gussbereitschaft Nichts mehr im Wege ist.

Die Zusammensetzung der Formmassen für diese

Art der Bildgiesserei ist technisch vollkommner, als bei der alten Methode. Die Materialien sind magerer und weniger schwindend; die Bindekraft wird bei den inneren Schichten durch feine Präparation und Einmengung zerriebener organischer Materien gesteigert, bei der äusseren Masseschicht durch eingemengte scharfeckige Chamotte- oder Sandkörner. Der fette Thon spielt eine kaum sichtbare Rolle, er wird eigentlich nur in dem Vertheilungsgrad eines fetten Feinsandes den Massen zugeführt. Wichtig ist die partielle Wiederbenutzung gebrauchter Materialien, die sorgfältig gesondert aufbewahrt und unvermischt erhalten werden.

Noch ist zu bemerken, dass bei der Arbeit mit der fein präparirten Masse, wie sie in München und Lauchhammer ausgeführt wird — die feinsten Oberflächendetails der Modelle im Guss kommen, und dass die Oberflächenbearbeitung der Bildwerke jetzt bereits im Modell seitens des Künstlers bewirkt werden kann, das Ciseliren dagegen in den günstigen Fällen nur die vorsichtige Wegnahme der Gusshaut bezweckt. Auch in der früher Burgschmiet'schen Giesserei in Nürnberg (jetzt Lenz und Herold) hat der Verfasser eine derartige hohe Ausbildung des Form- und Giessverfahrens mit Bewunderung constatiren können.

Zusätzliche Bemerkungen zur Lehmförmerei.

§. 411. Im Anschluss an das im §. 51 des Theils I, Abtheilung C, vom ersten Band gesagte, hat R. Mallet noch nachstehende praktische Winke über Behandlung des Thons gegeben, die nicht zu übersehen sind.

Nachdem er 10 Analysen verschiedener Thone angeführt, spricht er von den mechanischen Beimischungen des Lehms und citirt als schädliche Bestandtheile Kalkknollen und Schwefelkies; als nicht schädliche Feuersteine, die nur das Unbequeme hätten, dass sie kleingemahlen oder ausgesiebt werden müssen.

„Die Anlieferung geschehe am besten im rohen, frischen Zustand; dabei sei der Sandgehalt der

Thone gleichgültig — dagegen ein Kalkgehalt über 5 Proc. für Giessereien untauglich. Ein Pflanzengehalt sei erwünscht, doch durch Kohle und andere organische Beimischung (Pferdemist, Stroh u. s. w.) ersetzbar. Diese Ingredienzen müssten indess im Innern der Masse gut vertheilt sein und dürften nicht an die eigentliche Gussfläche kommen.

Sehr wichtig sei die Aufbereitung des Lehms, indem man die Mühle durch die Wirkung kalten und kochenden Wassers unterstützen könne. Es empfehle sich aus zwei Gründen das heisse Wasser,

1. wegen der rascheren Aufbereitung,
2. wegen der bequemeren Temperatur

beim Formen selbst. Mallet bereitete den Lehm stets mit nahezu kochendem Wasser (aus irgend einem Betriebskessel entnommen) und mischte im Winter das zur weiteren Arbeit nöthige Wasser der Art, dass der Lehm circa 70° F. hat (warm to the hand). Heisserer Lehm stehe nicht mehr, sondern tropfe zu ganzen Klötzen auf.

Warm gemischter Lehm, der eine Nacht steht, erreiche trotz eintretenden harten Frostes den Gefrierpunkt nicht, wenn er in der Lehmförmerei u. s. w. in dicken Massen aufgestapelt, namentlich aber dann nicht, wenn er mit einem Stück Segeltuch bedeckt worden sei. Kalt gemischter Lehm dagegen gefriere schon in einer Nacht in seiner ganzen Dicke und sei dadurch unbrauchbar zu jeder Arbeit.

In grossen Giessereien, die eigne Lehmgruben haben (clay pits), liesse man am besten den Lehm ausfrieren, wie die Ziegler; doch sei der Vortheil nicht ganz gleich und bei zähem Lehm wirke heisses Wasser besser und rascher.

Neuerdings habe man auch Dampfaufbereitung angewendet; dieselbe sei auch für gefrornen Lehm zu empfehlen.

Im weiteren Stadium der Arbeit sei die Anwendung von Ziegelmaschinen sehr anzurathen, um rohe Lehmsteine zu machen; die Leistung kann

dann bis auf 5000 Steine täglich (in jeder beliebigen Façon) gesteigert werden."

Der Verfasser kann den Rathschlägen Mallet's nur beitreten; jede Lehmförmerei, welche einer Maschinenfabrik hauptsächlich ihre Ausdehnung verdankt, darf wohl von den Kesseln und Maschinen der übrigen Werkstätten die Lieferung von Dampf, Bewegung und heissem Wasser beanspruchen, um eine bessere Gusswaare mit grösserer Sicherheit liefern zu können.

In Betreff der Darrkammern, die ja beim Lehmguss eine Hauptrolle ebenfalls spielen, ist eine neuere Arbeit von Ledebur in Groeditz zu erwähnen, welche die besten Erfahrungen und Grundsätze zum Bau der Darrkammern discutirt, leider aber keine Zeichnungen dieser so wichtigen und so häufig schlecht betriebenen Apparate giebt. (Vgl. Berg- u. hüttenm. Ztg. 1874, S. 385.)

5) Schalenguss.

§. 412. Bei dem Schalenguss, der bereits mehrfach genannt wurde, tritt die Darstellnng der Form gegen die Rücksichten auf das Gussmaterial viel mehr zurück, als bei den übrigen Förmereimethoden. Die Anfertigung der Form ist hier eine sehr einfache, aber sie wird in Bezug auf Dimensionirung der Massen in der Form von Rücksichten beherrscht, welche in der Gussmaterialfrage begründet sind und sich auch vielfach auf die spätere Verwendung des Gegenstandes beziehen. Der Schalen- oder Hartguss ist hauptsächlich für ganz vereinzelte Dinge ausgebildet worden, welche in ihrer Verwendung bedeutende Widerstände gegen Oberflächenangriffe zu leisten oder hauptsächlich durch eine sehr dichte und harte Oberfläche zu wirken haben.

Es sind das z. B. in der ersten Beziehung Weichentheile und Herzstücke, sowie Räder für Eisenbahnen, Geschosse, Ambösse, Pflugschaaren; in der zweiten Beziehung namentlich Walzen zum Glattwalzen von Metallen in kaltem und in heissem Zustande, zum Satiniren von Papier

und Geweben, zum Zerkleinern verschiedener Materialien und Producte.

Es können im Ganzen nur einfache Formen auf diese Weise gefertigt werden, weil complicirtere Gegenstände die durch das Abschrecken hervorgerufene grössere Sprödigkeit nicht vertragen und an manchen Stellen zu Zerreissung und Brüchen Veranlassung geben würden. Es ist ohnehin auch bei einfacherer Gestaltung der zu härtenden Oberfläche schwierig, das Reissen der Hartschale ganz zu umgehen, wie bereits Bd. I, 1. Theil, A, §. 83, angegeben und ausgeführt wurde. Die im Eisen vorgehenden Veränderungen begünstigen das Eintreten solcher zerstörenden Erscheinungen und es muss deshalb das Eisen für Hartguss unbedingt zu den festesten Eisensorten gehören.

Die Veränderlichkeit des Eisens in Beziehung zum Hartguss, die Fähigkeit, bei rascher Erstarrung eine dichte Schale von splittrigem, weissem Eisen zu bilden, setzt stets einen gewissen Gehalt des letzteren an Eisencarbureten voraus, der dann sich unter dem Einfluss der raschen Abkühlung dicht unter der Oberfläche des Gussstücks abscheidet.

Es eignen sich deshalb vorzugsweise alle halbirten recht festen Roheisensorten zur Darstellung von Hartgüssen, besonders dann, wenn sie bei Holzkohlen aus Erzen von mittlerer Schmelzbarkeit erblasen worden sind. Wie später bei der speciellen Beschreibung der Hartwalzenfabrikation gezeigt wird, hat man häufig dieses Eisen durch Uebersetzen des Hochofenbetriebes mit leichtflüssigen Erzen hervorgebracht. Es ist dieses Mittel heut nicht mehr nothwendig, da man im Stande ist, auch aus gaar erblasenem weissem resp. halbirtem Eisen wie auch aus Mischungen dieses und anderen Eisens ganz brauchbare Hartgüsse herzustellen.

§. 413. Die Theorie des Hartgusses ist wenig erklärt. Dazu ist vor Allem eine feststehende Constitutionslehre für das Roheisen nothwendig, die trotz vieler Bemühungen bekanntlich noch nicht existirt. Der

Verfasser hat vor einigen Jahren nach den Mittheilungen R. Mallet's einen Versuch einer Theorie des Hartgusses in Dinglers polytechnischem Journal veröffentlicht (Bd. CXCVIII, S. 44), welche von der Annahme Mallet's ausgeht, dass der Roheisengraphit im flüssigen Zustand des Roheisens nicht existire, dass also dem Graphit ein Verbindungs- oder ein Lösungszustand eigen sei, der aber nur in hohen Temperaturen eintrete.

In vollster Ausdehnung ist diese Annahme jedenfalls nicht richtig, weil sich dann weisses und graues Roheisen, unter gleichen Verhältnissen geschmolzen, überhitzt und abgekühlt, ganz gleich verhalten, d. h. gleiche Producte geben müssten, sobald nur der Totalgehalt des Kohlenstoffs in beiden Eisensorten ein gleicher sei.

Weiter wird behauptet, dass das Verhältniss der Kohlenstoffausscheidung zum Totalgehalt von vielen und complicirten Umständen abhänge, z. B. vom Mangangehalt des Roheisens. Dadurch giebt Mallet an sich schon zu, dass Modifikationen in dem Verhältniss des ausgeschiedenen Kohlenstoffs zum Totalgehalt vorhanden sind und dass also Ausnahmen seiner vorher aufgestellten Behauptung vorkommen können.

Dann bespricht er die Verminderung des Graphitgehalts durch oftmaliges Schmelzen und rasches Erstarren und räumt dabei dem Krystallisationsprozess des weissen Roheisenbestandtheils eine expulsirende Gewalt gegenüber dem Graphit ein; der Graphit werde durch die Krystallisation des weissen Eisens an die Oberfläche getrieben.

Die Entstehungsarten des weissen Eisens, welche Mallet darauf giebt, interessiren hier nur wenig, um so weniger, als die jetzt allgemein übliche Fabrikation von weissstrahligem und anderem weissen Eisen durch Anwendung von leichtflüssigen Erzen und besonderen Betriebsmodalitäten ganz ausgelassen ist.

Die Mallet'sche Charakteristik der Erscheinungen beim Hartguss ist dagegen ausgezeichnet und sie folgt nebst den angestellten Berechnungen der

Coquillenstärken in dem vom Verfasser gegebenen Wortlaut unter Weglassung unbedeutender Einzelheiten.

§. 414. Flüssiges Gusseisen wird zur Hartgussdarstellung direkt in eine Form geleitet, welche in der Regel aus Eisen besteht, indess auch aus jedem beliebigen Material hergestellt werden kann, welches den zwei Bedingungen entspricht:

1) ein guter Wärmeleiter zu sein;
2) selbst nicht durch die plötzliche Berührung des Roheisens, sowie die Wärmeaufnahme zerstört zu werden.

Der Charakter des Hartgusses besteht darin, dass Roheisen, welches in Lehm- oder Masseformen gegossen eine halbirte Struktur zeigt, in eisernen Formen diese Struktur nur im Inneren, im Aeusseren dagegen bis zu einer gewissen Tiefe eine harte Schale von weissem splitterigen Eisen zeigt.

Der Hartguss besteht also im Verdrängen der Graphitausscheidung nach der Mitte eines Gussstückes hin und in der Sättigung der Hartschale mit chemisch gebundenem Kohlenstoff, welcher derselben den Charakter des harten Stahles, d. h. Härte und Dichtigkeit verleiht. Alle die complicirten Vorgänge werden durch die plötzliche äussere Kühlung hervorgerufen.

Das Eisen ist innerhalb der Hartschale stets krystallisirt. Die Hauptsymmetrieachsen der Krystalle sind jedesmal in senkrechter Richtung zu den Oberflächen des Hartgusses geordnet. Da diese längeren Krystallachsen stets die Elasticitätsachsen bilden, so ist die Anordnung der Krystalle nach denselben von praktischer Bedeutung. Ein Bohr- oder Drehstahl weist an einem Hartgussstück verschiedene Härtegrade nach, je nachdem er senkrecht oder parallel zu jenen Hauptachsen arbeitet.

Der Hauptzweck des Hartgiessens im Grossen ist die Verbindung der dem grauen Eisen eigenthümlichen Zähigkeit und Weichheit mit der Härte des Stahles auf den Arbeitsflächen (behufs der

Anwendung zu Walzen, Rädern, Herzstücken u. s. w.). Die Härte ist so bedeutend, dass man nur mit einer rechtwinkeligen Kante gehärteten Stahles die Oberfläche drehen kann und dabei kurze, scharfe, draht- oder nadelförmige Bohrspäne erhält, welche oft einen starken polaren Magnetismus zeigen.

Die Hartschalenbildung ist abhängig:

1) Von der Eigenschaft des verwendeten Metalles, gut abzuschrecken, d. h. von seinem Gehalt an chemisch gebundenem Kohlenstoff und dem Mangel eines Ueberschusses an Graphit.

 Ein hellgraues hartes und etwas geflecktes Gusseisen von feinkörnigem Bruch giebt guten Hartguss; den besten, wenn es Mangan enthält oder mit manganhaltigem Spiegeleisen vor dem Giessen versetzt wird. Dunkelgraues Eisen, z. B. schottisches Nr. 1 kann nicht abgeschreckt werden und selbst wenn es einen reichlichen Zusatz von Hartbruch bekommt, erzeugt sich nur eine schwache und oberflächliche Schale.

2) Von dem Verhältniss der Masse des hartgegossenen Theiles zu dem ganzen Guss.

3) Von der absuluten Masse des ganzen Gussstückes. — Bei sehr bedeutenden Massen kann die entstandene Hartschale von innen heraus wieder getempert oder cementirt werden, da der Kern des Gusses die hierzu nothwendige Hitze hergiebt.

§. 415. Es bleibt übrig, die Fragen zu discutiren, welche mit den Bedingungen und dem Gebrauch der Hartgussformen in der Praxis zusammenhängen.

In einer früheren Abhandlung*) wurde ausgeführt, bis zu welcher Tiefe das Abschrecken getrieben werden

*) Mittheilungen Mallets über das Vergiessen oder Umgiessen fertiger Metallgegenstände mit demselben oder anderem Material, im polytechn. Journal, Bd. CXCVII, S. 220 (erstes Augustheft 1870), siehe auch das betreffende Kapitel unter dem 2. Theil dieses Abschnittes.

kann, und ausserdem hervorgehoben, dass Güsse aus weissem Eisen keine Hartgüsse sind, eben so wenig wie die Palliser-Geschosse, welche fälschlich Hartgussprojektile heissen.

Bezüglich der Stärke des Abschreckens kommt die Grösse, resp. das Volumen des Stückes in Beziehung zu der abzuschreckenden Oberfläche in Betracht. Ein dünnes Gussstück kann, sobald es eine verhältnissmässig grosse Oberfläche dem Abschrecken aussetzt, fast ganz aus Hartguss bestehen, mit Ausnahme vielleicht einer dünnen Linie grauer Flecken in der Mitte des Gusses. Solche Beispiele haben indess nur ein geringes praktisches Interesse.

Anders ist es mit der Darstellung von Hartgüssen in einer allgemeiner gekannten Form, z. B. Kessel- und anderen Blechwalzen, Herzstücken und Weichentheilen für die Eisenbahnen. Bei diesen Stücken, deren Verwendung eine allgemeinere ist, muss der Giesser wissen, bis zu welcher Tiefe des Abschreckens er mit Aufwendung seiner ganzen Routine gelangen kann, um eventuell nichts Unmögliches zu unternehmen, wo die Stärke der Hartschale vorgeschrieben wird, und um dieselbe nur knapp so stark zu machen, als sie verlangt wird.

Er muss also den Prozess in der Gewalt haben und jedenfalls bestrebt sein, eine möglichst grosse Masse nicht abgeschreckten unveränderten grauen Eisens unter der Hartschale zu behalten, weil das Objekt dadurch am besten allen Spannungen widersteht; denn der Zweck der Hartschale ist mehr die Härte und der Widerstand gegen Alteration der Arbeitsflächen, als die Zähigkeit oder das Widerstreben gegen zerreissende Kräfte.

Für die meisten Zwecke ist ein Zoll oder $2^1/_2$ Centimeter Hartschale mehr als genügend, da nach dem Abnutzen derselben die Gegenstände an sich durch die veränderte Grösse unbrauchbar werden; in vielen Fällen genügt eine halb so starke Schale. Wo aber die Hartschale einer raschen Abnutzung unterworfen wird, z. B. bei Erzquetschwalzen, und wo die Oberfläche oft nachgedreht

werden muss, da ist die Walze um so viel besser, je dicker die Hartschale ist. Bei Walzen gewöhnlicher Grössenverhältnisse ist es indess immer nothwendig, einen Kern von grauem Eisen zu haben, welcher den Spannungen widerstehen soll. Aus demselben Grunde giesst man wohl die Laufzapfen schwächerer Walzen in dünneren Schalen oder in Lehm-, resp. Masseformen, während bei sehr grossen Walzen die Masse von weichbleibendem Eisen immer noch gross genug ist, um zu halten.

In allen ähnlichen Fällen kann nur das Urtheil und die Erfahrung den Eisengiesser leiten; sein Urtheil kann aber nur begründet werden auf klare Begriffe von den Bedingungen, welche die Umwandlung des Eisens regeln.

§. 416. Es giebt kein Gusseisen, welches nicht durch praktische Einrichtungen eine wenigstens 1 Zoll starke Schale liefern könnte, wenn das Eisen dem Gebrauch zum Hartguss angepasst oder dazu eigens dargestellt wird.

Es giebt aber manche Marken von Gusseisen, welche noch tiefer abschrecken können, in welchem Falle das Ganzeisen sowohl als die Bruchstücke stets als zähes, hellgraues, fein krystallinisches, halbirtes Eisen bezeichnet werden.

Hat der Giesser dieses nicht zur Verfügung, so ist sein einziger Ausweg:

> weisses Feineisen oder weisses härtestes Brucheisen, in passenden Verhältnissen mit seinem eigenen weichen dunkelgrauen Eisen (welches für sich schwerlich einen Hartguss geben würde) zu versetzen.

Das beste Material für den Hartguss besitzen nach Mallet die Schweden und Deutschen. Gruson in Magdeburg verwendet (Harzer) Eisen aus der Nachbarschaft, von welchem eine in Masse gegossene Barre von einem Zoll im Gevierte, auf 3 Fuss von einander entfernte Stützpunkte gelegt, ohne Zerbrechen 12 bis 1400 Pfund trägt und dabei nur $^5/_8$ — $^7/_8$ Zoll Ein-

biegung zeigt, die nach der Entlastung wieder verschwindet.

Mit solchem Material und geeigneten Vorrichtungen und Werkzeugen kann ein Eisenbahnherzstück auf 2 Zoll abgeschreckt werden, während in der Praxis nur eine viel schwächere Schale verlangt wird.

Ein stärkeres Abschrecken beobachtete Mallet bei einer eisernen Walze aus Schweden, indem bei ihr die Schale $3^1/_2$ Zoll tief war, radial krystallinisches weisses Eisen zeigte und an dieselbe noch eine 2 Zoll starke Schicht von weissem krystallinischen Eisen (mit mehr oder weniger zerstreuten Flächen von unverändertem, halbirten, hellfarbigen Eisen) sich anschloss. Die Walze hatte 2 Fuss 9 Zoll Durchmesser und eine Abschreckung von circa 5 Zoll, wovon jedoch nur circa 3 Zoll zum nachherigen Abdrehen zu gebrauchen waren. Die Zapfen waren durch und durch abgeschreckt und von absolut weissem Eisen. Die Coquille soll 14 Zoll stark gewesen sein.

In Paris sah Mallet 1867 einen Zapfenbruch aus einer Collection eines der deutschen Staaten, welcher den auffallenden Charakter des Hartgusses zeigte. Der Zapfen war circa 15 Zoll stark und ringsum auf $^1/_3$ seines Durchmessers abgeschreckt. Dieses ist wohl die äusserste Grenze, welche in der Praxis eingehalten werden kann, wie aus nachstehenden Erörterungen hervorgeht.

Da die Wirkung der Coquille oder abschreckenden Form lediglich in der Abkühlung der Oberflächentheile der rasch eingegossenen flüssigen Roheisenmasse im Verhältniss zu der guten Leitung und grossen Wärmecapacität des Materiales der Coquille besteht, so ist die Masse der Coquille wohl einer der Hauptpunkte, welche die Wirkung derselben beim Gusse beherrschen, wenn Form und Gewicht des Gussstückes und daraus die Relation zwischen Masse und Oberfläche desselben gegeben sind.

Bestimmter ausgedrückt: Die Wärmeabsorption in der Coquille muss in Summa so

gross sein, dass sie genügt, um die äussere Schicht des Gusses nach dem Füllen der Form in wenigen Minuten in festen Zustand überzuführen, und ein Rest von Wärmeabsorption muss alsdann noch vorhanden sein, um das Wiederschmelzen der gebildeten Hartschale durch die vom flüssigen Kern des Gegenstandes ausgehende Hitze zu verhüten, bis sämmtliche Theile des Gusses fest geworden sind.

§. 417. Der Wärmeverlust beim Hartguss vor dem Festwerden der ersten Schicht der abzuschreckenden Oberfläche ist so klein im Verhältniss zu der im flüssigen Eisen entwickelten Hitze, dass er vernachlässigt werden kann.

Es sei m das Gewicht der Schale (Coquille),
M das Gewicht des Gussstückes,
t die Temperatur der Schale beim Eingiessen,
t_2 die Temperatur des Eisens beim Eingiessen,
T die gemeinschaftliche Temperatur in dem Moment, wo die Wärmeaufnahme seitens der Schale aufhört und das Gleichgewicht zwischen beiden Wärmemengen vorhanden ist,
C und C_2 resp. die specifische Wärme der Schale und des flüssigen Eisens bei den Temperaturen t und t_2;

dann ist nach bekannten Grundsätzen:

1) $(m\,C + M\,C_2)\,T = m\,C\,t + M\,C_2\,t_2$ und

2) $$T = \frac{m\,C + M\,C_2\,t_2}{m\,C + M\,C_2}.$$

Die specifische Wärme des Schmiedeeisens ist nach Dulong und Petit:

bei	32—212° F.	0,1098	
„	212—662° „	0,1255	
„	Rothgluth	0,1403	zweifelhaft.
„	Schmelzhitze	0,3282	

Für Gusseisen sind keine genaueren Untersuchungen gemacht worden, daher die obigen Resultate auch für Gusseisen hier angenommen werden.

Die Schmelztemperatur $t_2 = 2300^0$ F., kann man, weil Hartguss heiss*) gegossen wird, $= 2500^0$ F. annehmen, ferner $C = 0{,}1098$, $C_2 = 0{,}300$; wenn die beiden letzten Angaben von Dulong und Petit unrichtig sein sollten, ist die Annahme von 0,300 anstatt 0,3282 immerhin auf Seite der grössern Wahrscheinlichkeit.

Die Function der Schale besteht nunmehr darin, die äusserste Gussschicht zum Erstarren, d. h. auf beispielsweise 1000^0 F. zu bringen, oder auf eine hellrothe Gluthhitze, bei welcher durch das Kirschrothe hindurch das Roheisen krystallinisch und krümlich wird. Um nun diese Schicht nicht wieder zu schmelzen, muss auch der übrige Guss durch die Schale auf 1000^0 F. abgekühlt werden können, oder auf 800^0, um der höheren Gusstemperatur Rechnung zu tragen.

Hiernach ist:

$$\frac{0{,}1098\ m\,t + 0{,}3\ M\,t_2}{0{,}1098\ m + 0{,}3\ M} = T = 800^0\ F.$$

Wir können für unsere praktischen Zwecke $C = C_2$ annehmen, somit $\frac{m\,t + M\,t_2}{m + M} = T$; für englische Verhältnisse ($t = 75^0$) ist also

$$\frac{75\ m + 2500\ M}{m + M} = T = 800^0\ F.$$

M ist gegeben als das Gewicht des Gusses, und m als Minimalgewicht der Coquille berechnet sich hiernach ganz leicht; doch ist diese Grösse insofern nicht ganz verlässlich, als man in der Regel die Coquillen heisser macht als 75^0, und dabei bis 300^0 F.

*) Der heisse Guss hat in Deutschland weniger Anhänger als in England; nur bei sehr grobmelirtem Eisen, z. B. Mischungen von hartem deutschen Eisen und schottischem Giessereieisen lässt sich ein so heisses Giessen rechtfertigen.

geht. Ausserdem wird die Innenseite der Coquille mehr erhitzt als die Aussenseite, sobald das Eisen hineingekommen ist.

Praktische Erfahrungen haben das Verhältniss m = 3 M als das geeignetste ergeben.

Oekonomische Rücksichten verbieten die Anwendung zu starker Schalen für sehr beschäftigte Giessereien. Construirt man Schalen, deren Dicke eine gewisse Grenze überschreiten, so kann man annehmen, dass dieselben entweder gleich nach dem Gusse oder während des Erkaltens zerspringen. Dies rührt von der ungleichen Erwärmung der Schalen her und kann bei allen Hartgüssen vorkommen, am meisten aber bei starken und grossen Schalen. Eine plötzliche Ausdehnung (Volumenvergrösserung) im Augenblick des Erstarrens kann dazu beitragen das Springen zu befördern.

§. 418. Was nun die Formmethode selbst anbetrifft, so ist sie, wie schon hervorgehoben, äusserst einfach. Die Coquille oder Kapsel ist in der äusserlichen Construktion wie ein Formkasten behandelt und mit Bolzen versehen, die sich durch die Flantschen des anstossenden Formkastens stecken und dahinter verschrauben oder versplinten lassen. Die Darstellung der Coquillen, ihre Behandlung vor dem Guss, ist in diesem Band, S. 469 und 470, bereits beschrieben worden.

Bei vielen Gegenständen, z. B. Rädern, Ambössen, Pflugschaaren, Geschossen, wird ein vollständiges Modell beim Formen benutzt, um, in die Coquille eingelegt, die Flächen formen zu können, welche nicht mit aus Eisen gebildet sind. Doch vermeidet man selbst hierbei das Manipuliren der schweren Coquillen und benutzt Modellstücke, die auf Form- oder Modellbrettern unter die Kasten gelegt, zum Aufstampfen der Massen benutzt werden. Bei den Walzen arbeitet man niemals mit ganzen Modellen; man hat nur konische oder verjüngte Zapfenmodelle, die nicht einmal mit bedeutender Genauigkeit eingeformt werden, da doch ein sehr grosser Theil der

Zapfensubstanz heruntergedreht zu werden pflegt. Die Förmereiarbeit ist die der Massenförmerei, und wenn man sich den grössten der die Form, Fig. 5, Taf. XVII., zusammensetzenden Kasten als Coquille, d. h. die Massen darin, ebenfalls als Eisen denkt, so hat man eine Vorstellung von der Zusammsetzung einer Hartwalzenform.*) Indessen kann man auch Schalenguss in Verbindung mit gewöhnlicher Sandförmerei ausführen; man braucht z. B. nur die Ambossformen, Taf. XIV., Fig. 4, mit einer Schaale unter der Bahn einzuformen oder die Form des Flügelzapfens, Taf. XIV., Fig. 6 mit einer büchsenartigen Coquille für den Lagerzapfen zu versehen, so bekommt man Hartgüsse. Nur ist in den beiden letzten Fällen eine gewisse Vorsicht zu beachten in Betreff der Temperatur der mit eingeformten Schalen; dieselben dürfen nicht die Temperatur der Luft oder des Sandes haben, sondern müssen etwas wärmer sein, weil sonst lebhafte Aufkochungen des Eisens durch Verdampfen der an dem festen Eisen leicht haftenden Feuchtigkeit eintreten kann.

Man bedient sich deshalb bei solchen Gelegenheiten oft eines zusätzlichen Holzmodells, welches der nachher einzulegenden Schale genau entspricht und legt letztere dann kurz vor dem Guss ein, nachdem man sie besonders vorgewärmt hat.

§. 419. Bei der Fertigstellung der Form ist noch besonders zu erwähnen, dass die Coquillen, um ein Anhaften des Gusses auf alle Fälle unmöglich zu machen, auf der Gussfläche mit einem Ueberzug versehen werden müssen. Derselbe kann nur ganz dünn sein, um den Werth des Hartgusses nicht zu zerstören, und muss sehr fest an dem Eisen der Coquille haften. Man macht ihn gewöhnlich aus feinem Graphit, den man in die etwas fettig gemachte Coquille mit einem groben wollenen oder filzenen Lappen fest einreibt. Man kann auch zum Fixiren

*) Vergleiche die auf Taf. XXV. und XXVI. gegebenen Zeichnungen von Hartgussformen.

des Ueberzugs ein Kleber enthaltendes Mittel, z. B. Bier, dünne Stärkelösung u. s. w. anwenden, darf aber ebensowenig mehr davon nehmen, als bei Anwendung von Oel oder Fett.

Als Ueberzug der Coquillen hat man auch wärmeentziehende Substanzen, z. B. Metallpulver, welche zur Dampfbildung Veranlassung geben, angewendet und dieselben als Geheimmittel zur Herstellung des Hartgusses aus jedem Roheisen angepriesen. Ihre Wirkung ist jedenfalls überschätzt worden, obgleich einzelne renommirte Fabriken, z. B. das Gruson'sche Etablissement in Buckau bei Magdeburg, sich ihrer zu bedienen scheinen. Für bestimmte Formen, die sich der Eisenvertheilung nach nicht so gleichmässig abschrecken lassen, wie es die Anwendung verlangt, kann die Anwendung solcher Pulver, z. B. Zink und Antimon, von einigem Nutzen sein. Indess muss das Material sich, auch abgesehen von solchem Hilfsmittel, zur Hartgussfabrikation eignen.

Man kann solche Härtungsmittel auch direkt verwenden, indem man sie auf das Eisen wirft und schleunigst mit in die Form gehen lässt, aber der Erfolg ist dann jedenfalls nicht so sicher oder man constatirt gar leicht einen nachtheiligen Einfluss auf die Qualität des Gusses, wenn die Wirkung zu stark war.

Auch kann in der ersten Gusszeit die Härtung stärker ausfallen, als später, so dass das ganze Gussstück ungleichförmig in der Beschaffenheit der Hartschale ausfällt und dabei ein wesentlicher Theil seiner späteren Brauchbarkeit zu Nichte wird. Das richtige Verhältniss der Coquillen- oder Schalendicke zur Masse und zur Qualität des Eisens und die richtige Leitung des Gusses, sind jedenfalls die Haupterfordernisse des Gelingens.

§. 420. Die Disposition des Eingusses verdient beim Hartguss besondere Aufmerksamkeit. Da das eingeleitete Eisen beim Contakt der abschreckenden Flächen sofort erstarrt, werden Unreinigkeiten,

Luftblasen u. s. w. auch sehr leicht an der harten Oberfläche des Gussstückes festgehalten, wenn man nicht Sorge dafür trägt, dass beim Eintreten des Metalls in die Form die etwaigen Unreinigkeiten in der Mitte des Gussstückes zusammengehalten werden. Besonders nöthig ist die Vorsicht, wenn, wie z. B. bei Walzen, von unten her gegossen wird und das Eisen doch nur mit mässiger Geschwindigkeit in der Form aufsteigen kann. Es muss dann dem in die untere Zapfenform eintretenden Metallstrahl eine tangentiale Richtung gegeben werden, welche das Metall gegen die Wandung der Form, also auch gegen die Oberfläche der Coquille leitet und rasch daran vorbeikreisen lässt. Dadurch entsteht, bei richtiger Druckhöhe, ein Wirbel auf der emporsteigenden Metallfläche, welcher in der vertieften Mitte alle etwa mitgerissenen Unreinigkeiten zusammenführt und dieselben verhindert, sich an irgend einer Stelle im Contakt der Coquillenfläche festzusetzen.

Wo diese Disposition des Eingusses sich nicht verwerthen lässt, z. B. bei Herzstücken und Pflugschaaren, selbst bei Rädern, ist es erforderlich, dem Eisen im Moment des Giessens eine möglichst starke Bewegung zu geben und den Guss in möglichst kurzer Zeit zu bewirken. Das letztere Manöver empfiehlt sich überhaupt sehr für den Hartguss, weil man dadurch eine grössere Gleichmässigkeit der Hartschale hervorbringt, als wenn man, wie z. B. beim Walzenguss, das Eisen allmälig an der Coquillenwand in die Höhe steigen lässt. Durch die längere Dauer dieses Einflusses der Coquille wird der noch flüssig bleibende Theil des Eisens allmälig verändert und scheidet in der oberen Zone weniger weisses Eisen aus, als in der unteren. Auch entstehen Temperaturdifferenzen, welche zu ungleichem Schwinden der Hartschalen führen und zu Hartborsten.

Es ist deshalb beim Hartguss vor Allem darauf zu sehen, dass man nicht zu heiss giesst, worunter natürlich nicht verstanden wird, dass man so lange wartet, bis ein Gussstück nicht mehr ausläuft; bei

massiven Stücken, wie Walzen, Herzstücken und Eisenbahnrädern ist es dagegen recht nothwendig, das Eisen so lange stehen zu lassen, bis die Ausscheidungen vorhanden sind, die das Spiel bedingen, und den Guss erst dann vorzunehmen, wenn dieses Spiel beginnt, undeutlich zu werden.

Abtheilung d. *Die Bearbeitung der rohen Gussstücke durch Putzen, Schleifen und besondere maschinelle Hilfsmittel.*

§. 421. Nachdem die Gussstücke nach einer der vorbeschriebenen Methoden hergestellt und von dem Formmaterial, den Hauptarmaturen u. s. w. befreit worden sind, gelangen sie zunächst in die Hände der Putzer, welche den anhaftenden Formsand, die Eingüsse, so weit dieselben nicht in der Förmerei selbst entfernt werden können, die Lufttrichter und Steiger entfernen und die oberflächlichen Fehler, soweit sie kein Verwerfen des Gussstückes bedingen, beseitigen.

Dann kommen die so fertig gestellten Stücke zur Gusswaarenabnahme und werden gewogen, um das der Förmerei abzulohnende Rohgewicht zu ermitteln und zu buchen. Dieses Rohgewicht erfährt nur dann bezüglich der Lohnsberechnung eine Aenderung, wenn die Lufttrichter und Steiger sich zu verlornen Köpfen entwickeln, welche dann nach dem Wiegen auf der Drehbank abgeschnitten werden müssen. Das Bruttogewicht muss indessen stets auch incl. dieser Abfälle festgestellt werden, um den Betrieb der Schmelzöfen controliren zu können.

Eine weitere Bearbeitung erfahren die geputzten und gewogenen Gusswaaren durch Schleifen und Poliren, eine Arbeit, welche vielfach in direkter Verbindung mit dem Putzen ausgeführt wird und welche stets zum unmittelbaren Gebiet der Giesserei gehört. Demnächst wandern die Stücke, soweit dieses ihrer Bestimmung entspricht, zu den anderen Bearbeitungswerkstätten. Dieselben sind mit Drehbänken, Bohr- und Hobelmaschinen ausgestattet

und bilden den unbestimmten Uebergang zur Maschinenfabrikation, welche fast immer das Ziel einer selbstständig arbeitenden Giesserei ist. Es giebt keine Giesserei, welche nicht gezwungen ist, einzelne Gusswaaren bis zu einem gewissen Grad zu bearbeiten, und aus diesen Anfängen entwickelt sich dann ganz naturgemäss ein kleines Atelier, dem Beschäftigung zu geben, einzelne Zweige des Giessereibetriebes allmälig stärker entwickelt werden.

Da diese Bearbeitungen genau mit denen übereinstimmen, welche in den Maschinenfabriken ausgeführt werden, und da man zur Ausstattung eines solchen Ateliers am Besten thut, sich an eine renommirte Werkzeugmaschinenfabrik zu wenden, so fällt die Nothwendigkeit fort, das Bohren, Drehen, Hobeln und Fraisen der Gussstücke hier ausführlich zu beschreiben.*) Ein Werk, welches in erschöpfender

*) Die Bearbeitungsfestigkeit der verschiedenen Metalle erfährt durch Ingenieur B. Kässner (im „Techniker“ und danach in der deutschen Industriezeitung 1873, S. 5) eine originelle und neue Behandlung, welche auf folgenden Principien beruht.

Die Schnittfestigkeit ist gleich der absoluten Festigkeit angenommen. Demnächst ist noch die Härte bestimmt (ausgedrückt durch die Kirwan'sche Scala). Beide Grössen sind dann (die wirklichen Werthe beider für das Schmiedeeisen nämlich 4,5 Härte und 45,5 Kilogramm pro Quadratmillimeter Festigkeit als Einheit angenommen) zusammengestellt und das Mittel beider Werthe mit dem wirklichen Arbeitswiderstand des Schmiedeeisens, d. h. 4,5 + 45,5 multiplicirt — ergiebt für jedes Metall die Bearbeitungsfestigkeit in Kilogramm pro Quadratmillimeter Spannquerschnitt.

Die von Kässner ermittelten Resultate sind nachstehend zusammengestellt; einige davon sind rechnungsmässig corrigirt.

	Verhältnisszahl der Härte	Verhältnisszahl der Festigkeit	Bearbeitungsfestigkeit in Kilogr. pro Quadratmm.	Berichtigt
Gutes Schmiedeeisen	1	1	50	—
Blei	0,214	0,020	7	6,2
Zinn	0,25	0,076	8,5	8,15
Zink	0,322	0,046	9,5	9,2
Kupferguss und Messing	0,6	0,3	22,5	—
Bronce	1,0	0,6	40,0	—
Graues Roheisen	1,29	0,23	38,0	—

Weise den Gegenstand behandelt, ist das mehrfach genannte Wiebe'sche Werk: die Maschinenbaumaterialien und ihre Bearbeitung, Stuttgart 1858, Mäcken; dann ein umfangreiches Buch von Guettier: de l'emploi pratique et raisonné de la fonte de fer, Paris 1861, Lacroix. In diesen und ähnlichen Werken kann der Giessereitechniker sehr vieles finden, was bei der Bearbeitung des Gusseisens durch schneidende Werkzeuge von Wichtigkeit ist.

Der übrige Stoff in diesem Kapitel zergliedert sich in nur zwei Theile:

1) Das Putzen der Gusswaaren.
2) Das Schleifen der Gusswaaren.

1) Das Putzen der Gusswaaren.

§. 422. Das Putzen der Gusswaaren besteht hauptsächlich in dem Reinigen der Gussflächen von dem anhängenden Formmaterial und in dem Entfernen von Näthen, scharfen Gusseisenbärten und -graten, die sich durch Auswaschen der Trennungsfugen der Formen beim Guss gebildet haben. Die erste Arbeit wird mit Hülfe von Bürsten, Pinseln von starken Borsten oder von dünnem, ungeglühtem Draht (Kratzendraht), der zu Bündeln zusammengedreht und dann aufgeschnitten wird, ausgeführt, wo es sich um feinprofilirte Verzierungen und kleinere Flächen handelt. Wo grosse Flächen abgeputzt werden sollen und wo vielleicht ein stärkeres Anhaften des Formmaterials stattfindet, bedient man sich verschiedener Steine, welche, ohne gerade in die

	Verhältnisszahl der Härte	Verhältnisszahl der Festigkeit	Bearbeitungsfestigkeit in Kilogr. pro Quadratmm.	Berichtigt
Gussstahl	1,3	2,3	90,0	—
Stahl mittlerer Qualität	1,3	1,72	75,5	—
Stahl ordinärer Qualität	1,4	0,802	55,0	—
Weisses Roheisen	1,55	0,3	90,0	46,2.

Die Zahlen sollen nach Kässner mit Resultaten praktischer Beobachtungen ziemlich übereinstimmen.

Klasse der eigentlichen Schleifsteine zu gehören, doch ihnen ähnlich sind. Am besten eignen sich dazu mittelharte, gleichkörnige Sandsteine, deren Korn je nach der Grösse der Gusswaaren gröber oder feiner sein kann. Wo Schleifwerke sind, kann man Bruchstücke alter Schleifsteine (zum Vorschleifen) der Putzhütte sehr gut zukommen lassen. Bimsstein ist zu theuer und zu wenig wirksam für die gewöhnlichen Waaren.

Die Arbeit geschieht auf Bänken und niedrigen Tischen, so dass der Staub möglichst schnell beseitigt wird. Sehr zweckmässig ist die Einrichtung, auf durchbrochenen Bänken zu putzen, unter denen ein Canal herzieht, der mittelst eines Aspirators oder Exhaustors den Staub nach einem halb mit Wasser gefüllten Reservoir führt. Wer sich oft in einer Putzkammer aufgehalten hat, in welcher kleine Sachen in grosser Anzahl gesäubert werden, wird die Einrichtung empfehlen. Der so gesammelte Putzstaub kann sehr gut bei dem Material der Feinförmerei verwendet werden, denn er ist vortrefflich aufbereitet.

Die Eingüsse und Bärte werden, wenn sie im Verhältniss zur Masse des nächstliegenden Theils vom Gussstück dünn sind, abgeschlagen, im anderen Fall aber abgemeisselt und abgefeilt.

Bei vielen Gegenständen werden die Spuren der Eingüsse nicht durch Hauen und Feilen, sondern durch Abschleifen beseitigt, z. B. bei den Töpfen, deren Behandlung bei der Schleifarbeit noch besonders erwähnt wird.

§. 423. Eine Arbeit, die man nicht gerade officiell in das Programm der Putzerei aufnehmen darf, die aber doch besser unter Aufsicht, als heimlich durch die Herren Förmer selbst ausgeführt wird, ist das Flicken der Gusswaaren an unschädlichen Stellen.

Es finden sich besonders bei der Lehmförmerei und der Masseförmerei durch Abblättern der Formmasse Höhlungen im Gussstück, welche anfänglich, weil unter der Gusshaut sitzend,

unbemerkbar, beim Putzen, Behauen und Nachdrehen des Gussstücks sich zeigen. Diese Höhlungen können, sobald sie sich an den Aussenflächen eines Gussstücks zeigen, und mit den später durch die Verwendung hauptsächlich angegriffenen Seiten oder den Arbeitsflächen nicht in Verbindung stehen, durch passende Mischungen ausgefüllt werden, um die Ansehnlichkeit und Schönheit des Stückes wieder herzustellen.

Dagegen ist es unbedingt nicht zulässig und gefährdet den Ruf eines Etablissements, sobald es heimlich und dadurch oft betrügerischerweise geschieht, wenn bestimmte Flächen und Stellen des Gussstückes durch Verkitten und Verschrauben der Fehler das Aussehen tadelloser Leistungen erhalten.

Laufflächen auf Maschinentheilen, Cylinderflächen, Plungeroberflächen u. s. w. dürfen in keinem Fall in solcher Weise reparirt und hergestellt werden.*)

Mischungen zu solchen Flickarbeiten sind mehrfach angegeben worden; so wird von einer Seite zur Ausfüllung solcher Löcher oder Canäle in Gussstücken eine Legirung von 9 Theilen Blei, 2 Theilen Antimon und 1 Theil Wismuth angegeben, die sehr tauglich sich erweisen soll. Genauer sind die Vorschriften von Mallet, der in seinen mehrfach citirten Aufsätzen (Pract. Mechanics Journal, Serie III, Vol. V, S. 51) auch hiervon spricht.

Er empfiehlt Mischungen von:

65 Theilen Antimon,
16 Theilen Kupfer,
13 Theilen Blei;

oder von:

69 Theilen Antimon,
16 Theilen Kupfer,
2 Theilen Zinn,
13 Theilen Blei.

*) Wenn der Abnehmer sich unter Anlegung eines gewissen ermässigten Preises mit einer solchen Reparatur einverstanden erklärt, ist das Verhältniss natürlich ein anderes.

Bei der Darstellung soll zuerst das Kupfer mit dem Zinn und dem Antimon geschmolzen und erst später das Blei zugesetzt werden.

Fehler, welche der Förmer sofort nach dem Aufdecken des noch glühenden Gusses bemerkt, vergiesst er am besten sofort mit recht flüssigem Eisen und verschweisst sie auf diese Weise.

2) Das Schleifen der Gusswaaren.

§. 424. Die Gussstücke werden in zweierlei Absicht dem Schleifen unterworfen: zur Säuberung und zur Vollendung der Oberflächen. Die erste Arbeit schliesst sich direkt an das Putzen an und vertritt auch meist das Putzen. Die Poterie z. B., welche in enormer Stückzahl auf einem Werke producirt zu werden pflegt, wird gewöhnlich in Schleifwerken geputzt. Es werden zunächst nach Entfernung des anhaftenden Sandes und Ausreiben mit Steinen die Spuren der Eingüsse auf dem Boden abgeschliffen und demnächst auch die Längsnäthe auf der Seite des Topfes in gleicher Weise beseitigt. Die Vorrichtungen sind im 2. Theil des I. Bandes, Abschnitt A, Abtheilung c, §. 300 u. ff. bereits beschrieben und theilen sich, wie die Arbeiten selbst, in zwei Klassen.

Indem darauf verwiesen wird, braucht zur Charakteristik der ordinairen, wie der feinen Schleifarbeit blos darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass es eines gewissen Druckes von seiten des Arbeiters bedarf, um den Angriff der Gusshaut hervorzubringen. Die bestimmte Leistung ist schwer abzumessen und besonders in dem ersten Stadium der Arbeit, wenn es sich also um die erste Wegnahme der Gusshaut handelt und mit groben, mittelschnell laufenden Steinen gearbeitet wird, entsteht viel Scherbenbruch durch zu scharfes Andrücken der zu schleifenden Poterie an die Steine. Auch bildet sich bei ungenügender Befestigung und Lagerung der Steine leicht ein Schleudern, d. h. eine excentrische Bewegung der Steinoberflächen aus, die zu Zertrümmerungen Veranlassung geben kann. Diese Eigenthümlichkeiten

machen die Schleiferei sogar gefährlich und man muss den Arbeiter so viel als möglich gegen diese Gefahren schützen. Zu diesen plötzlich eintretenden Gefahren kommt noch der Schleifstaub, sobald trocken geschliffen wird. Das geschieht allerdings in den ersten Stadien nicht, je weiter aber die Arbeit der Vollendung sich nähert, um so mehr muss die Anwendung der Nässe vermieden werden.

Man trennt die grobe Schleifarbeit vollständig von der feinen Arbeit und lässt jene in Verbindung mit der Putzerei arbeiten, diese dagegen in Verbindung mit den sonstigen Vollendungsarbeiten des Werkes. Es geht dieses auch in sofern ganz gut, als die Grobschleiferei viel Kraft absorbirt und die Transmission stark in Anspruch nimmt; es ist darum besser, die Grobschleiferei durch einen besonderen Mechanismus treiben zu lassen, der, falls er nicht ordentlich ausgenutzt wird, lieber mit der Formsandaufbereitung in Verbindung treten kann, als mit der Feinschleiferei. Die letztere kann viel eher mit der Drehwerkstatt in Verbindung sich befinden, deren Motor eine stetigere Bewegung hat und gleichmässigere Widerstände findet.

§. 425. Das Fertigschleifen der Gusswaaren und die Vollendungsarbeiten werden z. Th. vor den Zusammensetzungsarbeiten, z. Th. während derselben vorgenommen, nachdem eventuelle Schlosserarbeiten, Bohrungen, Abmessungen, Verkürzungen schon stattgefunden haben.

Die einzelnen Arbeiten des Fertig- oder Feinschleifens sind wenig bekannt, weil im Allgemeinen der Zugang zu den Vollendungsateliers der Gusswaaren beschränkt, oft vollkommen abgeschlossen ist; das letztere ist der Fall in Lauchhammer, wie auch in den Pariser Ateliers.

Die Schleifmaterialien, welche ausser der Substanz der Schleifscheiben und -steine zur Wirkung kommen, sind vorzüglich Schmirgel und Polirroth. Empfehlenswerth mögen die neuen Schmirgelscheiben der Tanite Co. und anderer Firmen sein, obwohl beim Schleifen von Gusssachen dieselben sehr

stark angegriffen werden dürften. Das Schmirgeln geschieht gewöhnlich mit Oel, und das Schleifen mittelst Polirroth unter Zusatz von Wasser. Zwischen den verschiedenen Stadien des Schleifprozesses ist ein sorgfältiges Bürsten nothwendig; dasselbe wird ebenfalls durch maschinelle Vorrichtungen bewirkt und empfiehlt sich ein 4reihiger, 3 Zoll hoher Kranz von Tampico-Borsten, in einen eisenblechernen Ring eingeschlossen, hierzu am besten.

Die beste Geschwindigkeit für die Schleifscheiben (bei 22 Zoll Durchmesser) beträgt 1200 Touren pro Minute, während man die etwa gleichgrossen Bürsten 3000 Touren machen lassen kann.

Interessante Notizen, denen diese Daten entnommen sind, giebt über das Schleifen F. Kohl in einer Beschreibung der Thiébaut'schen Broncegiesserei in Paris (vgl. Polytechnisches Centralblatt, S. 1167, Jahrgang 1871).

In welcher Weise man die verschiedenen Oberflächen herstellt, die man in Lauchhammer mit den Ausdrücken: geschliffen, polirt und geglänzt bezeichnet, ist nicht bekannt.

Es zeigen dieselben dreierlei Grade des Glanzes, wovon die Politur den stärksten Grad besitzt, dann kommen die beiden anderen, von denen die geglänzte Flächenbearbeitung einen eigenthümlich milden, weichen Glanz besitzt, während der Schliff das harte Aussehen geschliffener, nicht polirter Klingen besitzt.

Wegen dieser geschickten Behandlung der Oberflächen hielt man schon 1862 in London, dann 1867 in Paris die Bügel und Feuerhalter der Kamine, die Lauchhammer ausgestellt hatte, für stählerne Theile.

3) Die Verwendung der Abfälle von der Bearbeitung.

§. 426. Es ist von Interesse, diese Frage hier zu berühren, weil man dadurch den Werth der Bearbeitung von der Seite der Materialverluste taxiren lernt.

Bei den Dreh-, Bohr- und anderen Vollendungsarbeiten, die auf der schneidenden Wirkung beruhen, bilden sich mehr oder minder grosse Mengen von Spänen. Diese Späne lassen sich, abgesehen von Verkittungsarbeiten, nur noch im Eisenhüttenbetrieb selbst wieder zu Gute machen.

Dieses Wiederbenutzen geschieht am besten im Hochofen, nachdem die Bohrspäne im Freien zu Blöcken zusammengerostet sind, oder wo ein Hochofen nicht vorhanden ist, im Cupolofen. Bei der heftigen Wirkung des Windes in diesen Schmelzapparaten wird aber leicht eine grössere Menge der Bohrspäne herausgeworfen und verbrannt, wenn man nicht sofort eine Decke von anderem Material darüber giebt. Auch muss man vermeiden, sie an die Wände des Ofens zu schütten, weil sie dort den Gasen zu sehr ausgesetzt sind und wiederum leicht herausgerissen und verbrannt werden.

Man hat Vorschläge gemacht, die Bohrspäne mit Kalkmilch zu Ziegeln zu formen, sie mit Kalkmilch in Ausschusstöpfe zu packen und dann so aufzugeben, hat aber jedesmal erfahren, dass das resultirende Eisen ganz weiss und für den Eisengiessereibetrieb unbrauchbar wurde.

Ein Vorschlag, der besser scheint, ist im Practical Mechanics Journal 1856, S. 228 durch Stetson in New-York und daraus im Dingler'schen Journal, B. 143, S. 425, gemacht worden. Man macht in die vorhergehende Cokesgicht eine Vertiefung in der Mitte des Ofenquerschnittes, füllt die Bohrspäne hinein und deckt mit einer Schicht Austerschalen und Kalkstücke. Statt der Austerschalen würde sich klarer gebrannter Kalk wohl auch anwenden lassen.

Im Bezug auf das Ausbringen der Bohr- und Drehspäne ist zu bemerken, dass circa 30—40 Proc. Abbrand fast allgemein constatirt werden und rücksichtlich des technischen Resultates ist zu wiederholen, dass man ein gutes Giessereieisen selbst aus grauen Bohrspänen vergeblich erwarten darf.

Empfehlenswerth ist es, mit den Bohrspänen

Flammofenchargen zu füttern, sobald sie eingeschmolzen sind und dieses besonders bei Walzengüssen für Façon- und andere weiche Walzen zu thun, wo etwas Härte dem Material nie sehr schaden kann. Dennoch bleibt die Bohrspanverwendung immer eine prekäre Sache und es empfiehlt sich weit mehr als alle Verarbeitungsmethoden, nur ein Minimum von Bohrspänen überhaupt zu fabriciren.

Abtheilung e. *Die Zusammensetzung der bearbeiteten Gussstücke zu grösseren Gegenständen, sowie die Beschlagsarbeiten.*

§. 427. Wenn die Gusswaaren geputzt und eventuell geschliffen worden sind, so gelangen sie zu weiterer Bearbeitung in die Ateliers (Schlosserei und Schmiede), in denen die einzelnen Stücke eines Gegenstandes zusammengepasst und mit den erforderlichen Beschlägen und anderen zusätzlichen Stücken versehen werden. Es ist hier von den Arbeiten des Maschinenbaues ebenso abzusehen, wie dieses bei der Frage der Gusswaarenbearbeitung geschehen ist und aus gleichen Gründen.

Dagegen giebt es eine Menge von Artikeln, welche geringer Schlosser- und Schmiedearbeit bedürfen, um vollkommen fertig zu werden; andere ebenfalls selbstständige Giessereiprodukte verlangen dagegen eine bedeutende Arbeit und grössere Ateliers.

Die Klasse der Zimmerheizapparate und Kochherde gehört mit geringen Ausnahmen in die erste Gruppe, während alle Bauconstruktionen aus Gusseisen, von dem einfachsten Gussfenster an bis zu den complicirtesten Treppenanlagen, die andere Gruppe bilden.

Der gesammte Ofenbeschlag besteht fast nur in den zur Thürbefestigung erforderlichen Scharnieren, Klinkhaken und Klinken, wogegen auch noch Aschenkasten und Rohre als zusätzliche Bestandtheile der ganzen Feuerungsanlage gelten können, aber nicht immer von der Giesserei selbst geliefert werden. Diese kleinen, sich immer wiederholenden Manipulationen

sind sehr einfacher Natur und von jedem Schlosser ausführbar, der es versteht, auch Gusseisen zu bearbeiten. Die Schmiede hat bei derart Arbeit nur das Material des Beschlages vorzubereiten und, wo Blecharbeiten vorkommen, das Nieten zu besorgen. Gusseisen wird selten und nie mit Vortheil vernietet; das Verschrauben ist immer weit sicherer und leichter ausführbar.

Der in das Fach der gewöhnlichen Schlosserei gehörende Ofenbeschlag ist hier zu übergehen, wogegen es von einigem Interesse ist, die Zusammenstellung und den Beschlag der eigentlichen Baugusswaaren mit wenig Worten zu betrachten. Es handelt sich hier wesentlich um die Zusammenstellung und den Beschlag von Gittern und um die gleichen Arbeiten bei grösseren Bauarbeiten, z. B. Treppen, Säulenanlagen und Veranden.

1) Das Zusammenpassen und Beschlagen von Gittern.

§. 428. Die Arbeit des Zusammenpassens der Baugusswaaren hängt wesentlich davon ab, ob die Abmessungen der Bestellung mit den Abmessungen des vorhandenen Modelles übereinstimmen oder nicht.

Bei Gittern, der einfachsten Aufgabe des Bausgusses, ist das Modell in seiner Grösse bedingt durch die Rücksichten der Förmerei; einmal darf es nicht so gross sein, dass der Förmer es nur unbequem handhaben kann, dann aber verlangt die Construktion, das Muster des Gitters, sehr vielfach das Einhalten einer gewissen Länge, weil die Wirkung der horizontalen Querleisten auf die Gradheit der vertikalen Gitterstäbe bei grösserer Länge eine sichtbarere wird, als bei geringerer.

Das Gitter Taf. VI, Fig. 4 z. B., über welches bereits S. 382 dieses Bandes berichtet worden, wird nur in kurzen Stücken gegossen werden können, weil die Verkrümmung der Vertikalen bei längeren Stücken sehr bedeutend erscheint, wenigstens müssen bei den

Einzelabgüssen eines solchen Gitters immer die äusseren Stäbe abgeschnitten werden, wenn ihre Verkrümmung bemerklich wird.

Es ist also, wenn man noch die Eigenthümlichkeiten des Musters dazu rechnet, nicht möglich, die Gitterstücke gleich in der Förmerei so herzurichten, dass sie blos aneinander geschlagen und aufgestellt werden können, sondern es müssen eine Anzahl grösserer und kleinerer Felder vorhanden sein, um durch Abschneiden und Zustutzen die passendste Combination zu erhalten. Dadurch kann man auch kleine Fehler, Brüche, welche bei der Bearbeitung vorkommen können u. s. w., leichter verbergen und verwerthet auch noch Felderabschnitte, wenn Thüren in die Umfassungen kommen.

Der Schlossermeister muss natürlich so sparsam wie möglich hierbei verfahren und es ist gerathen, ihm die nach seiner Angabe vom Förmer gelieferten und im Guss probemässig befundenen Fluchten und Felder zur Last zu schreiben, um ihn zur Aufmerksamkeit und Sparsamkeit zu veranlassen. Der Bruch und der Abfall kann ihm von der Giesserei wieder abgekauft werden, um einige Compensation zu geben; bei diesem ganzen Verfahren wird natürlich vorausgesetzt, dass die Gitter aus haltbarem Eisen gefertigt werden und dass sie nur durch ungeschickte Behandlung zu Bruch gehen können.

Das Verfahren des Zusammenpassens ist z. B. für Gitter sehr einfach; der Meister zeichnet sich den aus dem Bestellbuch ersichtlichen Grundriss in Naturgrösse auf den Boden der Werkstätte und legt alle von der Giesserei gelieferten Fluchten darum, die Spitzen nach aussen gewendet. Dann bezeichnet er die Stellen für die Verschraubungen sowohl an den Pfeilern als an den Fluchten und giebt auch an, wie und wo abgeschnitten werden muss.

Nach erfolgter Bearbeitung werden die Gitterstücke, schon zu wenigeren Piecen vereinigt, auf dem Grundriss aufgestellt und zur Probe zusammengesetzt, dann die Schlösser angepasst und fertig gemacht,

hierauf das Ganze wieder zerlegt und eventuell dem Anstrich übergeben, wenigstens der Grundirung.

§. 429. Weit einfacher stellt sich das Verfahren der Zusammensetzung bei der Benutzung von einzelnen Stäben, meist reich verziert ohne feste Querverbindung von Gusseisen.

Diese Construktion giebt besonders da einen guten Ausweg, wo schiefe Gitter und gekrümmte Gitter zur Umwährung runder Grundflächen gemacht werden sollen. In diesem Falle handelt es sich meist darum, für einen bestimmten Grundriss die richtigen Stabintervalle zu finden, die Stäbe dann mit Grundleisten, Oberleisten und Griffleisten zu verbinden und in analoger Weise auch zur definitiven Aufstellung zu schreiten. Die Zusammensetzung kostet dabei etwas mehr, als wenn grössere Fluchten benutzt werden, aber die einzelnen Stäbe können dafür auch reicher verziert zum gleichen Einheitspreis wie ein nur einfaches Fluchtengitter geliefert werden, weil ihre Darstellung eine rasche und bequeme ist. Also auch in solchen Fällen, wo gerade Fluchten vorkommen, ist ein Treillengitter mit schmiedeeiserner Horizontalverbindung besonders für reichere Ausstattung eine ganz passende Wahl. Für Treppen und für runde Gitter, z. B. an Heilquellen, Brunnenreservoiren, kann man die genannten Constuktionen nicht entbehren. Sie bieten dem sich mit Eisenguss beschäftigenden Architekt eine Fülle der dankbarsten Veranlassungen zu reichen und gefälligen Compositionen und es ist mit Hilfe dieser Disposition sehr leicht das Einförmige des gewöhnlichen Eisengitters zu vermeiden.

Zur Zusammensetzung bedient man sich hierbei verschiedener Mittel, entweder giesst man an die Enden des Stabes vierkantige Klötze an, von denen nachher der obere von zwei Flachstäben gefasst wird, während der untere in die das Gitter tragende Construktion eingesenkt werden muss — oder man giesst oben wie unten Rundstäbchen von Schmiedeeisen ein, welche mit Gewinden versehen werden und

in Griff und Grundleiste durch Drehung gleichzeitig eingeschraubt werden. Eine dritte Befestigung ist nur bei Treppengeländern möglich und besteht darin, dass auf der Aussenseite der Wange Knäufe angeschraubt sind, welche das untere Stabende zu umfassen und zu packen scheinen.

Sobald es sich um Treppengeländer handelt, werden dieselben in passendster Weise mit den übrigen Treppentheilen vereint aufgestellt und aneinander gepasst. Bei sonstigen derartigen Treillengittern kann man, sobald die Querleisten mit den nöthigen Oeffnungen versehen sind, sofort an die definitive Montage gehen; man braucht hier nicht so lange zu wählen, wie bei den Fluchtengittern.

2) Das Zusammenpassen und Beschlagen grösserer Bauanlagen aus Gusseisen.

§. 430. Bei diesen Dingen, die meist nach genaueren Modellen gemacht werden, hat der Schlosser eine weniger selbstständige Arbeit auszuführen, als bei den vorher besprochenen Artikeln. Wenn die Modelle genau nach den vom Besteller angegebenen Bauhöhen und Bauweiten angefertigt, und danach der Guss ausgeführt worden ist, müssen die Gusswaaren in das Bauwerk passen, zu dem sie gehören sollen. Dass dieses nicht immer der Fall ist, liegt an der ungenauen Ausmessung des Baues oder an der Benutzung der Bauzeichnung, mit welcher die Ausführung fast immer zu differiren pflegt. Nur in einem Falle kann die Eisengiesserei die Schuld tragen, dann nämlich, wenn es sich um Treppen ohne Wangen handelt, welche aus Consolen, Futter und Trittstufen aufgebaut werden und durch schmiedeeiserne Geländer wie durch einseitige Einmauerung den Haupthalt bekommen.

Hier genügt ein kleiner Fehler der Consolen- oder des Futterstufenmodells, um bei den 18—24 Stufen einer Etage zu einer unangenehmen Differenz in der Bauhöhe von Treppe und Etagendistanz zu führen. Bei Wangentreppen, wo die ganze Treppe zwischen zwei Etagen

aus zwei Wangen und einem Podestträger besteht, kann eine derartige Differenz nicht eintreten. Wo aber eine ganz gusseiserne Treppenflucht in einer solchen Wange sich aufbaut, ist es auch leicht, dass Stufen- und Wangenlänge nicht glatt ineinander aufgehen, so dass es wenig Fälle geben wird, Säulen- und Trägercombinationen ausgenommen, die man ohne Weiteres direkt an Ort und Stelle montiren kann, ohne Unregelmässigkeiten befürchten zu müssen.

Man baut sich demgemäss, nachdem man die Gussstücke selbst vorläufig genau nachgemessen hat, ein Gerüst aus Böcken auf und stellt ohne Bearbeitung ein Stück Treppenflucht auf, um überhaupt zu sehen, wie die Eisenstärken sich summiren. Bei den meisten Treppen richtet man die Modelle so ein, dass alle Theile der Treppe sich leicht ineinander fügen und nur einer oder zwei Befestigungen per Stufe bedürfen, um fest zu sein. Dadurch wird eine probeweise Aufstellung ohne Bearbeitung ermöglicht, und bei derselben sieht man gleich, ob man die Distanz der beiden Etagenniveaus mit der betreffenden Anzahl Stufen genau ausfüllt.

Bei Balkonanlagen, Veranden, Vorhallen u. s. w. ist eine probeweise Aufstellung und Ausmessung nur dann nöthig, wenn, wie bei Treppen, zwei Niveaus durch die Gusseisenconstruktion in eine weitere Verbindung gebracht werden sollen.

Balkons auf Consolen, Veranden ohne Plattform darüber, Vorhallen mit freiem Dach, brauchen nur im Grundriss auf das Genaueste zu stimmen; in vertikaler Ausdehnung darf ein Fehler von 2—5 Centimeter, wie er bei Treppen schon bedenklich wird, vorkommen und wird kaum bemerkbar sein.

Abtheilung f. *Die Verzierung der bearbeiteten und zusammengesetzten Gegenstände durch Anstrich, Emailliren und Herstellung fremder Metallüberzüge.*

§. 431. Die meisten Gusswaaren verlangen zum Schutz gegen das Rosten einen Ueberzug von widerstandsfähigen Substanzen, der

aber so beschaffen sein muss, dass er den Gebrauch der betreffenden Geräthe nicht hindert und ihre Form in keiner Weise entstellt. Mit der Erfüllung dieser Forderung verbindet die Technik indessen in den meisten Fällen Rücksichten auf die passendste Verzierung der Gusswaaren und nur ganz selten wird allein der Zweckmässigkeit des Ueberzuges nachgegeben.

Es bieten sich wesentlich dreierlei Mittel, den Schutz des Gusseisens zu bewirken.

Einmal der Ueberzug der Gusswaaren mit Firniss bildenden fetten Körpern, denen Farbstoffe aller Art beigemengt werden;

dann der Ueberzug der Gusswaaren mit metallischen Substanzen von geringerer Empfindlichkeit gegen die rostbildenden Einflüsse;

endlich der Ueberzug der Gusswaaren mit aufgeschmolzenen durchscheinenden und ganz undurchsichtigen Gläsern von bestimmer Zusammensetzung.

Man unterscheidet demnach

1) das Anstreichen und Bemalen der Gusswaaren,
2) das Ueberziehen der Gusswaaren mit Metallen,
3) das Emailliren oder Glasiren der Gusswaaren.

Diesen drei Gruppen von Arbeiten schliesst sich an die Betrachtung der sonst noch üblichen selteneren Methoden der Gusswaarenverzierung, z. B. das Einlegen mit Gold und Silber, Blankarbeiten und Anlassen; Arbeiten, die an verschiedenen Orten zu hoher Vollendung gelangt sind.

1) Von dem Anstreichen und Bemalen der Gusswaaren.

§. 432. Das Anstreichen und Bemalen der Gusswaaren hat neuerdings einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht und ist darin dem allgemeinen Aufschwung der bautechnischen Malerei gefolgt. Es werden alle möglichen und (ästhetisch) nicht möglichen Ueberzüge und Anstriche hergestellt; besonders im Bereich der Imitation anderer Materialien wird

das Aeusserste geleistet, doch kann nur wenig davon für das Gusseisen verwendet werden.

Gleichzeitig praktisch und ästhetisch berechtigt sind für Gusseisenconstruktionen einfache Farben, in Uebergängen abschattirt nach den Formwandlungen des Gegenstandes, doch ohne jedes Muster, ohne jede Erinnerung an eine Substanz, ein Material, das keinerlei Eigenschaft mit dem Gusseisen gemein hat.

Jede Holz- und Steinmalerei auf Gusseisen erscheint unpassend, während sie auf Holzconstruktionen, beziehungsweise auf Mörtel- und Kalkwänden, ihre volle Berechtigung haben kann, obschon auch hierbei Sein wohlthätiger ist als Schein.

Wo Gusswaaren, und es wird das wohl in den meisten Fällen zutreffend sein, in Verbindung mit Architektur wirken sollen, ist ihre specielle Oberflächenbehandlung den Rücksichten auf die coloristische Behandlung der Architektur unterworfen. Um sich über die letztere zu orientiren, empfehlen wir die Lectüre des Artikels Peinture in Viollet-le-Duc's dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe Siècle, Band VII, S. 56. Die scharfsinnigen Discussionen über Contraste, Vermittlungsfarben, über die Wirkung der Vergoldung u. s. w. bieten ausserordentlich viel Veranlassung, über die Behandlung der Anstriche und Bemalungen nachzudenken. Natürlich gelten von den hervorgehobenen Grundsätzen nur die allgemeineren — denn aus den Ansichten von Viollet-le-Duc geht hervor, dass die Construktion viel Theil hat an der Bestimmung und Auswahl der Farbenzusammenstellungen; also wird sich für die Bemalung der Metalle immerhin nur ein engerer Kreis von Farbentönen benutzen lassen.

§. 433. Die Wahl der Farben geschieht nach dem Gesagten hauptsächlich in Rücksicht auf den Zweck des betreffenden Gegenstandes, durch den ja auch im bestimmten Fall die Verbindung mit Architektur u. s. w. mitbedingt wird.

Vorschriften lassen sich nicht geben; es ist viel-

mehr Sache des guten Geschmackes, nach der Form und Umgebung des Gussstückes die Farbe zu wählen, welche den gewünschten Eindruck macht. Beschränkt wird demnach die Wahl wohl immer bleiben müssen auf solche Farben, die man sich in einem causalen Zusammenhange zu einem Metalle denken kann, z. B. auf die Farben der Metalloxyde und anderer metallischer Verbindungen. Die Zahl der hierbei vorkommenden Nüancen und Töne ist so gross, dass man, nachdem man in solcher Weise Rücksicht auf das Material des zu bemalenden Gegenstandes genommen, man immer noch Spielraum genug hat, um verschiedenen verlangten Effekten zu entsprechen.

Zunächst hat man eine vom Gelblichen, durch alle Stadien des Brauns hindurchlaufende Farbenreihe, der sich eine ähnliche Reihe, vom Mennig- oder Orangeroth ausgehend, zur Seite stellt. Beide Reihen enden im Schwarz, das ja verschiedene Töne bekommen kann, abgesehen von einem ganz reinen neutralen Schwarz. Dann sind violetbraune, stahlgraue, blauschwarze Töne denkbar, ferner grünliche und bläuliche, doch gebrochene Farben, endlich graue und weissliche Töne mit Uebergängen in die helleren Nüancen der rothen und gelben Farbenreihe.

Die meisten dieser Farben zählen Eisenverbindungen zu ihren Componenten und alle sind sehr haltbar herzustellen, so dass sich die Wahl auch technisch rechtfertigt. Combinirt man die Zusammenstellung aus derartigen Farben mit Vergoldung, Versilberung, Broncirung, namentlich aber mit blanken geschliffenen Flächen, so kann man wunderbare Steigerungen des blos formalen Effektes erhalten, nur muss mit einer gewissen Vorsicht und Mässigung vorgegangen werden.

Verschiedene Querschnitte und Massen desselben Gussstückes verlangen ebenfalls eine verschiedene coloristische Behandlung. Man kann z. B. bei einem Laternenständer, einer Säule, einem Brunnenstock, die schlanken Theile nicht vollkommen gleich mit den massiven behandeln, sondern muss die letzteren mit wärmeren, der Nachbarschaft des Bodens entsprechenden,

die emporragenden Theile mit kälteren, nur durch Vergoldung der Laternen, Kapitälverzierungen und Knäufe zu hebenden Tönen decken.

Meisterhaft ist in dieser Beziehung das von der fürstlich Salm'schen Giesserei in Blansko gelieferte Umwährungsgitter der beiden grossen Gärten am Burgthor in Wien, des Volksgartens und des Hofgartens. Die unteren Enden der Gitter, kräftige Pilaren im Renaissancestyl, zeigen eine rothbraune, fast ins Violete spielende Farbe, die nach oben durch einen Zusatz von Erdbraun in die grünlichen Töne übergeht, welche die Stangen des Gitters decken. Die Hellebardenspitzen, reich vergoldet, schliessen den Effekt und eine der Grundfarbe folgende Broncirung giebt den Reliefs und Verzierungen der Stäbe grössere Lebendigkeit.

§. 434. Was die technische Herstellung der Farbenanstriche anbetrifft, so muss dabei auf eine möglichste Feinheit bei vollkommener Deckung und auf grösste Adhäsion gesehen werden.

Es muss dünn, dicht und haltbar gestrichen werden; ein zweimaliger Strich genügt in allen Fällen, während feinere Sachen an einem Strich auf die gut vorbereitete Metallfläche genug haben. Diese Vorbereitung besteht in einer möglichsten Entfernung des Rostes; man deckt zwar bei ordinairer Waare die Roststellen, nachdem der Rost selbst möglichst abgerieben worden ist, mit dichter harziger Farbe, z. B. Mennige, die mit Leinölfirniss steif angerieben ist, macht aber hierbei die Erfahrung, dass sich unter der Farbendecke der Rost weiter bildet und schliesslich die Farbe aufhebt und absprengt. Mikroskopische Oeffnungen in dem Farbenstrich, die sich nicht vermeiden lassen, auch nicht bei zweimaligem Strich, führen der Metallfläche Sauerstoff und Feuchtigkeit in ausreichendem Maasse zu, um leicht weiter oxydiren zu können. Dieses ist aber in gesteigertem Maasse der Fall, wenn auf Roststellen gestrichen wird; es ist dann praktisch, wenn die Beschaffenheit des Gusses es gestattet, einen anderen Weg des Ueberziehens zu wählen, nämlich den, die Oberfläche

oxydiren zu lassen und den Oxydüberzug selbst als Deckmittel zu verwenden, nachdem er mit einem langsamen trocknenden Firniss durchtränkt und verrieben worden ist.

Wegen der Mühe, eine solche Oxydation gleichmässig zu bewirken und später die Oxydmasse gleichmässig auf der Oberfläche zu vertheilen und zu verarbeiten, lässt sich dieser Weg nur für kleinere oder besser bezahlte Objekte gebrauchen und wird dann gewöhnlich mit Broncirung und weiterer Bemalung verbunden.

Eine andere Vorbereitung der Gegenstände, die gestrichen werden sollen, besteht in ihrer Erwärmung und in der Benutzung heisser Lacke; dadurch wird ein Verdichten des Ueberzugs bei der nachherigen Abkühlung bewirkt und die Möglichkeit eines dünnen Striches, während andererseits auch jede Spur von Feuchtigkeit an der Oberfläche durch das Erwärmen der Gusswaaren vertrieben werden muss, die sonst zur Bildung von Rostflecken unter dem Ueberzuge hätte Veranlassung geben können.

Will man einen fehlerhaften Anstrich durch einen anderen, besser gewählten oder besser ausgeführten ersetzen, so muss man nicht vergessen den Anstrich abzubrennen d. h. den Firniss, der sich gebildet hat, zu zerstören und die Metallfläche wieder bloszulegen. Diese Operation kann, mit der nöthigen Vorsicht betrieben, zu einer Färbung des Gusseisens benutzt und durch einen nachherigen Lacküberzug vervollständigt werden. Eine andere Farbe als schwarz oder ein dunkles Braun wird sich allerdings kaum ergeben, doch ist zu vermuthen, dass das tiefe matte Schwarz, durch welches viele Eisengiessereien den gleichgefärbten Marmor nachzuahmen wissen, mittelst einer verwandten Procedur hergestellt wird. Oefen und andere Gegenstände, die beim Gebrauch erhitzt werden, müssen sogar vor ihrer Fertigstellung abgeraucht werden, um nachher keinen Geruch zu geben.

2) Von dem Ueberziehen der Gusswaaren mit Metallen.

§. 435. Das Ueberziehen der Eisengusswaaren mit anderen Metallen findet in beschränktem Maasse statt, hauptsächlich wegen der schon erwähnten Schwierigkeit, eine zusammenhängende rein metallische Fläche beim Gusseisen herzustellen. Da das Anhaften eines beliebig dargestellten Metallüberzuges auf einem anderen Metall immer auf der Wirksamkeit einer reinen metallischen Fläche beruht, so muss eine Substanz, bei deren Oberflächenbildungen sich auch nichtmetallische Substanzen betheiligen, nothwendig Schwierigkeiten in der angedeuteten Beziehung hervorbringen. Ein solcher Störenfried ist der Graphit, der in jeder Gusswaare ausgeschieden ist, während andererseits das gleichzeitige Vorkommen von metallischem Eisen und Kohlen-Eisen-Verbindungen durch die ungleiche Wirksamkeit gegenüber den zum Ueberziehen angewandten Proceduren weitere Uebelstände in der Darstellung von Metallüberzügen bedingen.

Das Ueberziehen der Gusswaaren mit Metallen findet deshalb vorzugsweise mechanisch durch adhäsive Mittel statt, seltener in der Form der oberflächlichen Legirung.

Nur dann, wenn zu bestimmten nicht decorativen Zwecken starke Metallüberzüge gegeben werden müssen, greift man zu einer mittelst hoher Temperaturen eingeleiteten Legirungsoperation, welche interessante Erscheinungen darbietet.

Für decorative Zwecke dagegen wendet man allgemein die mechanische Methode des Metallüberzuges an und combinirt dieselbe einerseits mit dem Anstrich; während man andererseits das Metall direkt auf die präparirte Oberfläche der Gusswaaren bringt. Im ersten Falle wird das bedeckende Metall in Form von Pulver oder in Form dünner Blättchen angewendet, während im zweiten Falle das bedeckende Metall im entstehenden Zustand auf das Eisen gebracht, auf

demselben durch schwache galvanische Ströme oder durch eine einfache chemische Aktion **präcipitirt** wird. Eine Legirung findet hierbei nicht statt, nur eine umso innigere Adhäsion, je langsamer die Fällung vor sich gegangen ist.

Wegen der zusammengesetzten Textur des Roheisens gelingen diese Legirungs- und Präcipitationsarbeiten sehr schwer und nur eine besondere Qualität des Roheisens, sowie eine besondere Behandlung der Gusswaaren ermöglichen ähnliche Erfolge, wie sie mit grösster Leichtigkeit bei den Kupferlegirungen längst erzielt werden.

Nach dem Gesagten ist hier zu unterscheiden:

aa) Das gewöhnliche Bronciren und das Bedecken des Gusseisens mit Metallblättern.

bb) Das Fällen von Metallüberzügen auf präparirten Gusseisenflächen durch einfach chemische Reaktion oder durch Galvanismus.

cc) Das Ueberziehen und Umgeben des Gusseisens mit stärkeren Metallüberzügen durch wirkliche Oberflächenlegirung.

Es können der Natur der Sache nach nur Andeutungen, keine Recepte gegeben werden, weil Operationen zur Sprache kommen, die von anderen Industrien auf die Gusswaarenfabrikation übertragen sind. Bewährte Arbeiter werden in den einzelnen Fällen, sobald der Techniker der Anstalt ihnen mit Rath und That an die Hand geht, das Ziel stets erreichen —; es muss bei allen solchen Versuchen ausgedehnte Rücksicht auf das Eisen genommen werden, das die Fabrik verarbeitet.

aa) Das gewöhnliche Bronciren und das Bedecken des Gusseisens mit Metallblättern.

§. 436. Das Bronciren der Gusswaaren wird gewöhnlich so ausgeführt, dass die in den verschiedensten Farben dargestellten pulverförmigen Broncen des Handels auf einem eben fest gewordenen Lack- oder Firnissüberzug der Gusswaare mit einem trockenen Pinsel aufgestäubt

und festgeklebt werden. Dadurch überzieht sich vorzugsweise jedes Relief des Gegenstandes mit dem glänzenden Staub, während die tieferen Partieen mehr von der Farbe vorsehen lassen und dunkler erscheinen. Die Wirkung der Form wird dadurch leicht zum Karikirten gesteigert, wie das die gewöhnlichen broncirten Zink-, Papp- und anderen Arbeiten beweisen. Will man geschmackvoll arbeiten, so muss der Effekt der Broncirung so wenig als möglich hervortreten und namentlich mit der farbigen Unterlage darf er nicht contrastiren.

Es würde die höchste Geschmacklosigkeit verrathen, eine grüne Bronce auf einen rothen Strich, eine rothe Bronce auf einen grünen Strich, eine gelbliche Bronce auf blauschwarzen Strich u. s. f. zu bringen. Die einzige Bronce, die jeden Strich im Bezug auf die Farbe, doch nicht im Bezug auf Dunkelheit des Tons verträgt, ist die reine matte Goldbronce, doch hier ist vor Allem in der Anwendung der Bronce selbst Maass zu halten. Grünlichgelbe, bräunlichgelbe und röthlichgelbe Töne von geringer Dunkelheit werden hier immer den schönsten Effekt hervorbringen d. h. Unruhe vermeiden.

Weisse Bronce, also Silber- oder Zinnbronce, obwohl sehr zart, und nur für kleine Gegenstände passend oder für innere Ausstattungen, verlangt einen grauen Strich untergelegt, welcher nach Bedarf eine ganz leichte Beimischung von metallischem Roth, Gelb, Grün oder Braun haben darf, ohne an Helligkeit des Tones zu verlieren. Unbedingt zu vermeiden sind die violetten, blauen und rosenrothen Töne, welche Tangerhütte bei Magdeburg so oft auf Pumpenständer, Laternenarme u. s. w. gestrichen und übersilbert hat.

Die Silberbronce ist an sich schon so kalt im Effekt, dass man denselben nicht noch zu steigern braucht durch Benützen winterlicher Farben, Töne, die man auf Schneegefilden bei spärlicher Beleuchtung gefunden hat. Wer polirte oder matte Silbergeräthe beobachtet, wird sie stets warm in den Lichtern, wie

in den Reflexen finden und man soll sich Mühe geben diese Lichter und Reflexe durch die Broncirung nachzuahmen.

Man wird in der Wahl des Contrastes zwischen Bronce- und Unterlagsfarbe nie fehlgehen, wenn man sich erinnert, dass die Broncirung von Metallsachen nichts weiter bezwecken kann und soll, als den Effekt gleichmässig behandelter polirter oder mattgearbeiteter Gegenstände aus anderen Metallen auf einem Material, im vorliegenden Falle also dem Gusseisen, hervorzurufen, das sich zu einer derartigen Oberflächenbehandlung nicht hergiebt, oder aus anderen Gründen einer solchen nicht unterworfen werden soll.

Muster für Behandlung der Broncirung lieferte die französische Sektion der Weltausstellung zn Wien. Wie zart und bescheiden waren die Erzeugnisse der Fabriken von Barbédienne, Thiébaut, der Werke von Val d'Osne u. A. behandelt, trotz grosser Dimensionen und Gewalt der Sujets? Wer erinnert sich nicht der zarten wie grün überhauchten Broncegüsse, todte und lebende Thiere, Vögel, Frösche, Eidechsen u. s. w. darstellend, welche eine andere Pariser Firma Pautrot-Vallon, ausstellte? Ueberall künstlerisches Bewusstsein in Verbindung mit einer höchst ausgebildeten Technik.

§. 437. Handelt es sich um die vollständige Bedeckung des Gusseisens mit einem anderen Metall, so kann dieses durch eine intensivere Behandlung mit staubförmiger Bronce oder durch Belegen mit Metallblättchen geschehen.

Im ersten Falle erzielt man einen Oberflächeneffekt, der den sogenannten matten Metallflächen nahe kommt, obwohl er stets etwas gröber ausfällt, weil die Diffusionseffekte der Metalltheilchen das Ansehen eines gewissen Korns an der Oberfläche hervorbringen. Nur durch leichtes Abreiben mit weichen Gegenständen, Watte u. s. w. kann man dieses körnige Aussehen mildern, verdirbt aber leicht den Effekt durch unwillkürliches partielles Poliren.

Einen Gegenstand mit dieser pulverigen Bronce

gleichmässig zu überziehen, ist sehr schwierig und es lässt sich ein viel besserer Effekt hervorbringen, wenn einzelne Theile der Figur oder des Gegenstandes z. B. Gewände, glatte Gliederungen an Säulen und Vasen u.s.w. mit entsprechender Bronce in Blättern überlegt und polirt werden. Beobachtet man hierbei den Grundsatz die detaillirten und an sich schon lebendigeren Theile des Gegenstandes matt und die platten, grossen oder kleinen Flächen, Verbindungsglieder u. s. w. polirt zu machen, so wird man zur harmonischen Wirkung Vieles beitragen; der Beschauer darf aber nicht durch unberechtigte Contraste erschreckt und in dem Genuss gestört werden. Eine Statue oder Büste, deren Fleisch und Haar polirt, deren Gewand matt gehalten ist, macht unter Umständen einen furchtbaren, erschreckenden Eindruck. Vergleicht man in einer Antikengalerie den Eindruck, den ein Kopf von polirtem Verde antico mit unruhigem Porphyrgewand macht, mit dem Eindruck, den ein ähnlich gebildeter Kopf aus gleichbearbeitetem Material, aber in einem Gewand aus grüner, ebenfalls polirter Bronce steckend, macht, so wird man obiger Behauptung des Verfassers Recht geben müssen. Es ist bei der vollständigen Bedeckung des Gusseisens mit anderen Metallen oder Metalllegirungen mit grosser Vorsicht zu verfahren.

§. 438. Während das totale Bedecken einer Gusseisenfläche mit pulverförmiger Bronce in ähnlicher Weise ausgeführt wird, wie das partielle Bronciren, erfordert das Belegen des Gusseisens besondere Massregeln.

Das Vergolden, denn Gold wird zu diesem Zweck am meisten verwendet, geschieht auf einer Unterlage von röthlichweisser sehr feiner Oelfarbe, die auf einen ersten Strich von anderer Farbe aufgesetzt wird. Eine Mischung von Mennige mit Kremserweiss ist am Besten hierzu und wird in feingeriebenem etwas steifem Zustand aufgetragen, anziehen gelassen und ehe noch das Firnisshäutchen gebildet ist, mit dem passend ausgeschnittenen (einfachen oder doppeltstarken) Gold bedeckt. Das

Metall wird zunächst vorsichtig angedrückt und dann, nachdem die Farbe halb hart scheint, polirt. Wie alle derartigen Vergolderarbeiten, ist dieselbe delikater Natur, und muss mit leichter Hand geschehen; technische Schwierigkeiten sind indessen nicht im Spiel. Das Poliren ist natürlich am Leichtesten, wenn die Gussfläche recht sauber und glatt ist. Ein vorgängiges Abschleifen derselben oder eine andere Bearbeitung wird bei allen feinen Arbeiten nothwendig sein.

Die Haltbarkeit einer solchen Vergoldung, wie sie z. B. für Verzierungen an Grabmonumenten angewendet wird, beträgt im Freien etwa 6—10 Jahre. Nach dieser Frist muss sie erneuert werden, weil das fortgesetzte Rosten unter der Farbendecke ein Ablösen der Letzteren und mit ihr des Goldes hervorgebracht hat.

Grössere Dauer als diese Vergoldungsmethode kann keine beanspruchen, die bei Roheisen möglich wäre, auch nicht eine der in den folgenden §. behandelten Präcipitationsmethoden. Die einzige Vergoldungsmethode, welche eine dauernde Haltbarkeit besitzt, die Legirungsmethode mittelst Amalgamation und Wegrauchen des Quecksilbers durch Anwendung höherer Temperaturen lässt sich beim Gusseisen nicht anwenden, weil dasselbe keine Verwandtschaft zum Quecksilber zeigt, ein Amalgam an demselben mithin auch nicht haftet.

bb) Das Fällen von Metallüberzügen auf präparirten Gusseisenflächen durch einfache chemische Reaktion oder durch Galvanismus.

§. 439. Es ist bekannt, dass das Eisen verschiedene Metalle aus ihren sauren Lösungen ausfällt, indem es an ihrer Stelle in diese Lösungen eintritt. Wenn die Lösungen schwach sind, bildet sich ein mehr oder weniger dauerhafter Ueberzug von dem ausgefällten Metall. Das Eisen fällt nachstehend aufgezählte Metalle in der angeführten Ordnung aus den betreffenden Lösungen, wobei die leicht fällbaren zuerst, die weniger fällbaren zuletzt kommen:

Gold,
Platin,
Silber,
Kupfer,
Wismuth,
Blei und
Zinn.

Benutzt man bei der Fällung den galvanischen, Strom, so gilt dieselbe Reihenfolge und es fallen nur ein Theil des Silbers und das Blei als Superoxyde am positiven Pol, wogegen Gold, Platin, Silber, Kupfer, und Wismuth an demselben Pol metallisch gefällt werden.*)

Von diesen Metallen kommen bei der Decoration des Roheisens in Frage Gold, Silber, Kupfer und allenfalls Zinn; doch bietet das Roheisen wegen der chemischen Natur desselben und wegen des Vorhandenseins der Kohle und der Kohleneisenverbindungen einige Schwierigkeiten. Die Gegenwart des Graphits verursacht beim Präcipitationsverfahren die Bildung von Graphitschlamm, der sich unter den herzustellenden Metallüberzug und zwischen denselben setzt und so die Adhäsion wie den Zusammenhang sehr leicht hindert. Deshalb muss das Roheisen vor dem Ueberziehen einem Tempern d. h. Entkohlen durch Glühen ausgesetzt und demnächst mit einer möglichst reinen metallischen Oberfläche versehen werden; diese umständliche und bei der Form vieler Gegenstände nicht stets ausführbare Operation erschwert die Anwendung des Fällungsverfahrens.

Für die werthvolleren Arbeiten mancher Giessereien, ist das Adouciren indessen immer praktisch, sobald man das Aeussere elegant behandeln will. Die in der gewöhnlichen Weise dargestellten Rohgüsse werden in der später bei der Darlegung des Verfahrens bei dem schmiedbaren Gusse beschriebenen Weise

*) Vergl. die Angaben, welche Kerl in seinem Grundriss der allgemeinen Hüttenkunde S. 3 nach den Arbeiten von Kleinschmidt und namentlich Luckow macht.

eingepackt und vorsichtig getempert, geputzt und mit Beizen und feinen Metallbürsten blank gemacht. Dann kann man sie dem galvanischen oder einem anderen Fällungsverfahren aussetzen und wird eher gute Resultate erhalten.

Die Praxis des galvanischen Verfahrens ist gleich der bei der Decoration des Zinks angewandten; natürlich sind gelungene Methoden nie zur allgemeinen Kenntniss gebracht worden, weshalb auch hier darauf nicht näher eingegangen werden kann.

Versuche mit dem eigenen Gussmaterial führen auch hier am Sichersten zum Ziel, obwohl für den Anfang ein graphitarmes Roheisen von feinem grauen Korn und von guter Beschaffenheit anzurathen ist.

§. 440. Von Interesse sind die in Frankreich seit 1867 gemachten Versuche der chemischen Broncirung grosser Güsse, die namentlich den Namen des ersten Erfinders Oudry tragen und die allgemeine Aufmerksamkeit erregten.

Das Verfahren besteht wesentlich im Auftragen einer Kupferverbindung von metallischem Ansehen, welche durch den Contakt des Eisens zerlegt wird und im Auftragen einer beliebigen Bronce auf den noch nicht getrockneten Anstrich, die dann weiter behandelt werden kann.

Eine gute Broncefarbe mit metallischem Lüstre ist Ferrocyankupfer, rothbrauner Niederschlag, aus Kupferlösungen mit Ferrocyankalium gefällt; derselbe wird auf das Gussstück aufgestrichen und vor dem Festwerden des Anstrichs Kupferbronce aufgestäubt, dann das Ganze getrocknet und abgebürstet. Dadurch erhält man einen immer dauerhafter werdenden Kupferüberzug, den man durch Waschen mit einer Lösung von essigsaurem Kupfer und langsamem Trocknen grün färben kann. Bürstet man sorgfältig mit Putzlappen ab, so bekommt die Patina allmälig einen bräunlichen Ton. Will man braune Bronce haben, so braucht man blos die aufgestäubte Kupferbronce mit Graphitstaub zu überbürsten.

Einen Messingüberzug stellt man, nach

Morris & Johnson*) her, indem man

1 Pfd. Cyankalium,
1 Pfd. Ammoniumcarbonat,
2 Unzen Cyankupfer,
1 Unze Cyanzink

in 1 Gallon Wasser bringt, die Lösung auf 150° Fahrenheit erwärmt und einen starken Messingstab eintaucht, während der Gegenstand sich in dem Bad befindet. Es schlagen sich Kupfer und Zink zusammen nieder und bilden einen wirklichen Messingüberzug, den man durch verschiedene Umstände abstimmen kann.

Steigert man den Zusatz des Cyankaliums und erhöht die Temperatur, so schlägt sich mehr Kupfer nieder und das Messing wird Tomback; vergrössert man dagegen den Zusatz des kohlensauren Ammoniak und erniedrigt die Temperatur, so erhält man zinkreicheres Messing und hellere Farben.

cc) Das Ueberziehen und Umgeben des Gusseisens mit stärkeren Metallüberzügen durch wirkliche Oberflächenlegirung.

§. 441. Es sind nur zwei Metalle, welche bis jetzt in einem technisch-verwerthbaren Legirungsverhältniss zum Roheisen stehen, aber dazu dienen können, Metalle, die zu ihnen selbst Verwandtschaft haben, an das Roheisen zu befestigen.

Diese Metalle sind Zink und Zinn. Beide bilden mit dem Eisen fest constituirte Verbindungen, von denen die Zinkeisenlegirung sogar deutlich krystallisirt vorkommt, während die Zinneisenlegirung im Bereich des sächsischen Zinngewinnungsverfahrens vorzukommen pflegt und die sogenannten Härtlinge bildet. Taucht man Roheisenklötze in geschmolzen erhaltenes Zink, so bildet sich ein ziemlich starker Ueberzug von Zink auf dem Roheisen, der dann fest haftet, wenn die Oberfläche des Roheisens vorher sorgfältig gescheuert worden und wenn der

*) Mechanics Magazine 1868. vol. 89. S. 284.

Roheisenklotz vollkommen trocken war. Die Hauptsache für solche Legirungsarbeiten ist immer die Herstellung des **unmittelbarsten** metallischen Contakts, das Vorhandensein einer metallischen Fläche beim Roheisen.

Wegen des Angriffes, den das Zink auf das Roheisen unter den genannten Umständen ausübt, lässt sich dieses Verfahren der Verzinkung nicht für gewöhnliche Ueberzugsarbeiten an Ornamenten u. s. w. ausführen, auch thut man dann viel besser, die betreffenden Gegenstände, wenn es nicht gerade Construktionstheile sind, in Zink herzustellen.

Nur dann gewährt das Ueberziehen der Gussstücke mit Zink einen Vortheil, wenn dadurch ein anderes mit dem Zink, nicht aber mit dem Gusseisen legirbares Metall in festere Verbindung zum Gusseisen treten soll z. B. Blei und Bleilegirungen.

Als bessere Unterlage für galvanische Arbeiten liesse sich die Verzinkung auch empfehlen, doch müsste dann diese Verzinkung unmittelbar nach dem Guss stattfinden, um die Erwärmung zu sparen und jede Oxydation zu vermeiden.

So lange das Publicum den zwar weniger soliden, doch aber billigeren Anstrich und die Broncirung vorzieht, wird an diese unmittelbare Verzinkung nicht zu denken sein. Es sind das Alles Arbeiten, die eine bestimmte Specialität der betreffenden Fabrik voraussetzen, um Rentabilität zu versprechen; es gehören grössere Vorrichtungen dazu und besondere Oefen und Anlagen, um das Vorwärmen und Verzinken, sowie vorher das Tempern auszuführen. Indessen ist kein Zweifel, dass, bei richtiger Methode des Versuches, es möglich ist, derartige Arbeiten, selbst im Grossen, auszuführen, vorausgesetzt natürlich, dass ein Absatz dafür gewonnen werden kann.

§. 442. Beispiele für Verzinkung und Verzinnung des Gusseisens sind selten, indem die Benutzung von verzinktem und verzinntem Geschirre z. B.

sich aus dem Grunde nicht empfiehlt, weil beim Erhitzen der Geschirre die Erscheinung des Abschmelzens und Abfliessens des metallischen Ueberzuges sehr stark auftritt. Die Masse des gusseisernen Gefässes ist an sich viel bedeutender, als die Masse eines Blechgefässes und selbst an Letzterem treten derartige Abschmelzungen ein, wenn ein Theil der Wandungen über die Siedhitze des Inhaltes hinaus erwärmt wird.

Dann ist das Gusseisen auch aus schon erwähnten anderen Gründen nicht geneigt, einen Metallüberzug so fest zu halten, wie das Schmiedeeisen und es vertheuern die Vorbereitungen des Gusseisens zum Verzinken und Verzinnen die Herstellungskosten derartiger Artikel zu sehr, um den Vergleich und die Concurrenz mit dem emaillirten Geschirr aushalten zu können.

Von den vielen Vorschlägen zur Gusseisenverzinnung ist nur einer erwähnenswerth. Boucher und Roseler haben 1859 ein Verfahren angegeben, Gusseisen zu verzinnen, das im „Arbeitgeber“ vom 11. October beschrieben ist. Die Oberfläche wird durch längeres Glühen mit Eisenoxyd getempert d. h. entkohlt und in schmiedbares Gusseisen verwandelt. Die so vorbereiteten und blankgescheuerten Gefässe werden stark erhitzt und nachdem sie mit dem sogenannten Löthsalz, einer Mischung von Salmiak und Chlorzink, bestrichen sind, mit geschmolzenem Zinn zum Theil gefüllt und mit demselben ausgeschwenkt.

Da das Tempern der Geschirre, ohne nachträgliche Verzinnung oder Emaillirung bereits von renommirteren Eisengiessereien z. B. dem Eisenwerke Kaiserslauten (unter Leitung des bekannten Hüttenmeisters Euler) vortheilhaft betrieben wurde, so wäre eine Verzinnung und dadurch eine Werthssteigerung der Geschirre wohl mit Nutzen ausführbarer zu machen, wenn das Publikum den verzinnten gusseisernen Geschirren Geschmack abgewinnen würde.

§. 443. Eine weit grössere Wichtigkeit be-

anspruchen diese oberflächlichen Legirungsarbeiten bei der Herstellung der Geschosse mit Bleimänteln und besonders dann, wenn das Material der Geschosse aus Hartguss besteht.

Diese Manipulation fällt zwar gewöhnlich **nicht** in das Bereich der Eisengiessereiarbeiten, sondern wird von den Artilleriewerkstätten des Staates besorgt, hängt aber dort mit der Geschossfabrikation eng zusammen. Einzelne Fabriken, die, wie z. B. H. Gruson in Magdeburg den Hartguss als Specialität betreiben und namentlich eine Menge von Hartgussgeschossen liefern, besorgen auch das Ueberziehen des Geschosses mit Bleimänteln.

Bei dem gewöhnlichen Giessereieisen werden die Geschosse, nachdem sie in dem vorderen Mundstück gebohrt und mit einem Gewinde versehen sind, an eine Stange aufgeschraubt und mit dieser Stange, nachdem man sie etwas abgebeizt und dann getrocknet und vorgewärmt hat, in einen Kessel getaucht, welcher geschmolzenes Zink enthält und immerwährend erhitzt ist. Nach Ablauf einiger Minuten werden sie rasch herausgenommen, in die bereitstehende Form (von Bronce oder Eisen) eingestellt und eingeschlossen und sobald als möglich das Blei in die Eingüsse der Form gegossen. Wenn die Zinkeisenhaut und Zinkhaut, welche auf dem Geschoss übereinander sich befinden, von dem Blei soweit aufgeweicht werden konnten, dass eine Zinkbleischicht sich zwischen Geschossfläche und Bleimantel bilden konnte, ist der Umguss gelungen.

Bei Hartguss widerstehen zwei Umstände dem Erfolg dieser Methode.

1. Die ungemeine Härte und Dichtigkeit der Gusshaut, welche durch alle möglichen Wirkungen nur sehr schwer angegriffen wird, während der übrige Theil der harten splitterigen Schale weit leichter der Zerstörung durch chemische und selbst mechanische Einflüsse unterliegt.

2. Die Zusammensetzung der Hartschale, die ja vorwiegend Kohleneisenverbindungen zeigt.

Es ist das hierbei einzuschlagende Einmantelungsverfahren vielfach complicirt durch die Anforderung der Artillerie, auf einer vollkommen glatten Kernfläche (man nennt bei der Feuerwerkerei den gusseisernen Theil des Geschosses den Kern) den Bleimantel zu befestigen. Das ist nur ausführbar bei einer sehr bedeutenden Adhäsion der Mantelsubstanz an den Kern und diese wiederum nur denkbar bei vollkommener Legirung. Das Verfahren Grusons das geheim gehalten wird, scheint darin zu bestehen,, dass nachdem die Kugelkernflächen blank geschliffen sind, sie einem sorgfältigen Verzinkungsprozess durch Beizen mit Chlorverbindungen des Zinks und Einhängen in Zink unterworfen und schliesslich mit Blei umgossen werden.

3) Von dem Emailliren oder Glasiren der Gusswaaren.

§. 444. Das Glasiren der Gusswaaren ist eine nicht sehr alte, doch schon ziemlich verbreitete Kunst. Sie wurde aber an der Entwickelung und Ausbildung dadurch gehindert, dass man sie sorgfältig geheim hielt und die Recepte zu den Emaillen nur mit den grössten Schwierigkeiten zu erwerben waren. Bis in die 60er Jahre war überall, wo emaillirt wurde, die Routine unbedingte Herrscherin und nur ganz selten fiel es Jemanden ein, die Emaillen aus einem Geschirr heraus zu schlagen und zu analysiren, um dann auf dem Weg der Synthese hinter das technische Geheimniss zu kommen. Man begnügte sich damit, die Emaillirmeister und die verantwortlicheren Emaillirarbeiter bei ihrer Annahme durch Eide und Cautionen zu binden und man verbot selbst den übrigen Beamten des eigenen Werkes den Eintritt in die gewöhnlich abgelegenen und versteckt liegenden Emaillirwerkstätten. Trotzdem war auf diese Art das Geheimniss schlecht bewahrt, denn, während z. B. im Anfang des 3. Decenniums dieses Jahrhunderts die Königl. Eisengiesserei zu Gleiwitz in Oberschlesien vielleicht die einzige Emaillirhütte der östlichen preussischen Provinzen und der

benachbarten österreichischen Kronländer war, entstanden in den nächsten Jahrzehnten nicht allein in Niederschlesien und der Niederlausitz, sondern in Mähren und Oesterreichisch-Schlesien sowie in den an Schlesien grenzenden Theilen der Provinzen Brandenburg und Sachsen eine grosse Zahl von Emaillirhütten, die sehr rasch das Verfahren zu verbessern und auszubilden sich bestrebten, so dass, wenn auch Gleiwitz durchschnittlich haltbarere Emaillen fabricirte, seine Concurrenten doch im Bezug auf die Schönheit der Emaillen, Weisse und Gleichmässigkeit der alten Hütte eine gefährliche Concurrenz machten.

Anstatt nun ein offenes Verfahren einzuschlagen und vor Allem an eine wissenschaftliche Handhabung der Sache zu gehen (wie es der Verfasser dem früheren Chef des Gleiwitzer Werkes so oft und dringend angerathen) und um einen neuen Standpunkt zu gewinnen, wie ihn nachher die Oesterreicher unter Bartelmus' und Obtulowicz' Führung einnahmen, wurde die alte Routine am Ruder gelassen und erst in der neuesten Zeit scheint Gleiwitz, wie das in Wien ausgestellt gewesene und prämiirte Schachtsatzrohr zeigte, entschlossen zu sein, wieder an der Tête des Emaillirwesens zu gehen.

Durch das zu hoher Vollkommenheit gebrachte Emailliren der Blechgeschirre ist indessen das Emaillirverfahren für Gusswaaren ziemlich bedroht, so dass, einzelne Fälle abgerechnet, die Wichtigkeit des emaillirten Gusseisens für den Hausbedarf und den Bedarf der Industrie im Rückgang begriffen ist.

§. 445. Aus dem Allen geht hervor, dass eine reiche Literatur des Emaillirhüttenbetriebes nicht gut existiren kann. In der That sind auch Mittheilungen darüber ziemlich selten. Ausser gelegentlichen Bemerkungen bei Abhandlung des Eisengiessereibetriebes als Theil der Eisenhüttenkunde oder der mechanischen Technologie, die aber, mit Ausnahme der von Karsten (Eisenhüttenkunde 3. Aufl. III. S. 516 u. ff.) gegebenen kurzen Darstellung, vollkommen werthlos

sind, ist nur eine besondere Monographie anzuführen, welche 1851 erschien und den etwas prätentiösen Titel führt: Lehrbuch der Eisenemaillirkunst von Moritz Vogelgesang Braunschweig, Vieweg, VI u. 86 S. mit 2 Tafeln. Zu einem Lehrbuch fehlt dem sonst übersichtlich und fleissig behandelten Werk die theoretische Begründung, die durch eine Besprechung der Glasflüsse und durch ein genaues Eingehen auf die Beziehungen zwischen Schmelzbarkeit und Zusammensetzung der Gläser, die als Emaillen verwerthet werden können, erreicht worden wäre. Um dieses aber zu können, sind Versuche und Analysen in grosser Zahl anzustellen; es fehlt vorläufig noch jede Grundlage, so dass es auch dem Verfasser des vorliegenden Buches nur möglich ist, Winke, nicht aber sichere Nachweise zu geben über die muthmasslichen Verhältnisse zwischen den Zusammensetzungen und dem Verhalten der Emaille. Er hofft später in Stande zu sein durch Versuche im Kleinen der Sache näher zu treten und die praktischen Erfahrungen zu vervollständigen. Das Vogelgesang'sche Buch hat indess noch einen Mangel, es fehlen ihm die Zeichnungen der hauptsächlichsten Betriebsvorrichtungen; nur wenige Elemente der Construktion hat der Verfasser gebracht. In dieser Hinsicht wird die Arbeit von Vogelgesang gut vervollständigt durch einen längeren Aufsatz des Ingenieurs von Mottoni, der im praktischen Maschinen-Construkteur 1868 S. 182 u. ff. die Prozesse einer grösseren Emailliranlage mit allen Oefen u. s. w. behandelt und mit grossen hinreichend deutlich ausgestatteten Tafeln begleitet. Bei der nachfolgenden Beschreibung des Emaillirprozesses sind neben eigenen handschriftlichen Aufzeichnungen die beiden Werke benutzt worden.

Die Eintheilung des Stoffes geschieht am Besten nach dem folgenden Schema:

aa) Die Emaillirmaterialien, ihre Eigenschaften und Zusammensetzung.

bb) Die Vorrichtung der Materialien, Calcination, Mahlen und Verreiben.

cc) Die Darstellung der Massen oder Emaillen, Schmelzen und Mahlen.

dd) Die Emaillirarbeiten selbst, Auftragen und Einbrennen der Grundmasse und der Glasur, Schwärzen und Anstreichen der emaillirten Waaren.

ee) Bemerkungen über die Ausdehnung und Grösse von Emailliranlagen.

aa) Die Emaillirmaterialien, ihre Eigenschaften und Zusammensetzung.

§. 446. Von dem Charakter der meisten Emaillen ausgehend, kann man die Materialien unterscheiden als solche, welche dem Email Säuren zuführen, solche, welche dem Email Basen zuführen, solche, welche dem Email bereits constituirte Silikate (oder Borate) zuführen und endlich Materialien, die bloss decken und färben sollen.

Man kann die Materialien deshalb eintheilen in
saure
basische
neutrale
und zusätzliche Bestandtheile der Emaillen; die Neutralität der Emaille selbst ist aber eine andere, wie die eines normalen Silikats. Hier ist vielmehr die Zusammensetzung eines unter der Weissgluth, resp. unter der Schmelzhitze des Gusseisens schmelzenden Glases von mittlerer Transparenz — gewöhnlich ein Kalk- (resp. Thonerde-) und Alkali-Doppelsilikat, die Basis der Arbeiten.

Dieses Fundamentalsilikat ist aber noch nie rein dargestellt worden, weil man in der Emaillirkunst von älteren Erfahrungen in der Glas- und Porcellanfabrikation ausgehend, gleichzeitig mit allen möglichen Materialien arbeitete und es noch Niemanden eingefallen ist, ein wenig Chemie bei der ganzen Sache anzuwenden.*)

*) Der einzige vielleicht, der wissenschaftlich vorgegangen ist, aber die Resultate seiner mühevollen Versuche vorerst für

Soweit es der zugemessene Raum gestattet, soll im Folgenden unter cc) bei der Besprechung der Darstellung der Emaillen, das aus den mitgetheilten Recepten sich ergebende Silikat möglichst genau charakterisirt werden. Ohne zu anticipiren, kann hier schon behauptet werden, dass man es wesentlich mit Bisilikaten zu thun hat, also Verbindungen von der Form

$$R\,Si\,O_3 \text{ oder } R\,Si_3\,O_9$$

sowie mit Gemengen beider, zu denen unter Umständen im Interesse der Deckkraft und Leichtflüssigkeit hinreichend Metalloxyde zur Constituirung von Subsilikaten treten können. Ausserdem führen sämmtliche Emaillen einen den Schmelzbarkeitsgrad abstimmenden Bestandtheil, den Borax, der seiner Zusammensetzung nach unter die sauren Bestandtheile, seiner Wirkung nach unter die neutralen gehört, insofern er ohne Einfluss auf die anfängliche Silicirungsstufe ist.

Es bleibt mithin Nichts übrig, als die Materialien so zu classificiren wie sie mit Beziehung auf das neutrale oder Singulosilikat bei der Metallurgie classificirt werden, also ausgehend von der Form

$$R_2\,Si\,O_4 \text{ und } R_2\,Si_3\,O_{12},$$

für zwei- resp. sechswerthige Radicale.

Die sauren Bestandtheile der Emaillirmaterialien.

§. 447. In erster Linie ist hier zu erwähnen die natürlich vorkommende Kieselsäure oder der Quarz; diese Substanz wird in der Form von Quarz (Bergkrystall), Feuerstein und Sand angewendet, oft auch in einem sauren Silikat z. B. Feldspath,

sich verwerthet und nicht bekannt macht, ist der Hüttenverwalter Obtulowicz zu Trzinietz bei Teschen (Oesterr. Schlesien). Demselben äusserst begabten Techniker ist auch zuerst die Darstellung farbiger Emaillen auf Gusseisen in grösserer Ausdehnung gelungen und die Wiener Expositionsobjekte der erzherzoglichen Industrialverwaltung in Teschen haben dieses in hervorragendem Maasse bewiesen.

Thon, dann als Porcellan und Glasscherben der Emaillemischung zugeführt.

Die natürlich vorkommende Kieselsäure, wie auch die natürlich sich findenden Silikate müssen frei von färbenden Substanzen sein, und müssen, da sie vermöge ihres Vorkommens u. s. w. verschiedene Zusammensetzung zeigen, vor dem Gebrauch der chemischen Analyse unterworfen werden.

Bergkrystall, gemeiner Quarz und Feuerstein lassen sich wohl als reine Kieselsäure erkennen, ohne der Analyse zu bedürfen; ein Glühversuch weist in manchen Quarzen das Vorhandensein des Eisens u.s.w. nach. Dagegen ist der Sand ein, wie aus der im 1. Band gegebenen ausführlichen Relation über die Formmaterialien hervorgeht, sehr verschiedenartig constituirtes Erosions-Produkt aller möglichen Ablagerungen.

Er kann ausser färbenden d. h. gefährlichen Substanzen, Feldspath und andere Silikate, Kalkkörner u. s. w. enthalten, also einen gewissen Grad von Basicität haben, der bestimmt werden muss, ehe man den Sand als Mischungselement der Emaille benutzen kann.

Für den Feldspath und den Thon gelten die Vorsichtsmassregeln wegen der Färbung durch Metalloxyde ganz besonders, weil die Feldspathmineralien mit eisen- und manganhaltigen Mineralien (Hornblenden, Glimmer, Chlorite, Epidote u. s. w.) sehr häufig vorkommen können.

Wegen der nur einem geübteren Mineralogen möglichen Unterscheidung der einzelnen Feldspatharten ist auch hier wie bei dem Thon die Analyse durchaus nothwendig, wenn man nicht herumtasten will.

In höherem Maasse gilt dieses für die Uebergänge von dem Feldspath in Lehm und Thon und für den Thon selbst; auch hier ist die Abwesenheit färbender Bestandtheile unbedingte Hauptsache.

Vorwiegend werden deshalb die verschiedenen

Kaolinarten zur Emaillefabrikation zugelassen, weil sie ganz weiss sind und beim Brennen auch weiss bleiben.

Glas- und Porcellanscherben, deren Anwendung man übrigens nur im Nothfall empfehlen sollte, sind denselben Bedingungen im Bezug auf Farbe unterworfen, wie die vorgenannten natürlichen Materialien. — Trotzdem sind sie mit Vorsicht zu gebrauchen, weil sie in der chemischen Zusammensetzung ausserordentlich wechseln, und weil sie beim nochmaligen Schmelzen als Emaillebestandtheil ihre physikalischen Eigenschaften zum Nachtheil der Haltbarkeit der Emaille ändern und namentlich deren Sprödigkeit und oft deren Strengflüssigkeit steigern.

Die Zusammensetzungen, welche Vogelgesang von den sauren Bestandtheilen der Emaillen giebt, sind natürlich nur für bestimmte Gattungen derselben geltend. Die einzigen Materialien, bei denen an eine constante Zusammensetzung gedacht werden kann, sind gewöhnlicher (noch nicht verwitterter) quarzfreier Kalifeldspath oder Orthoklas, sowie Natronfeldspath oder Albit (Tetartin), dann der vollkommen reine Kaolin oder Porcellanthon.

Beide Feldspathe enthalten

67—69 Proc. Kieselsäure,
$17^1/_2$—$19^1/_2$ Proc. Thonerde,
12 Proc. Alkali (Kali beziehungsweise Natron)

und geringe $1^1/_2$—2 Proc. nicht übersteigende Mengen Eisenoxyd und Kalkerde.

Der Kaolin hat den Alkaligehalt eingebüsst, dafür aber Wasser aufgenommen, so dass auf 46 Kieselsäure 39 Thonerde, 13 Wasser und 2 Proc. andere verunreinigende Bestandtheile kommen.

Die Zusammensetzung, welche Vogelgesang für die anderen (künstlichen) Materialien angiebt, ist bei einer rationellen Mischung ohne weitere Prüfung keinesfalls zu Grunde zu legen.

Die basischen Bestandtheile der Emaille.

§. 448. Als basische Bestandtheile werden vor allen Dingen angewendet kohlensaures **Natron** oder Soda, kohlensaure und schwefelsaure **Magnesia**, salpetersaures **Kali**, saures weinsteinsaures **Kali**, **Kreide**, **Flussspath** und schwefelsaurer **Kalk**, Schwerspath (schwefelsaurer **Baryt**) und endlich deckende und färbende Metalloxyde.

Es treten also, neben den Basen in den sauren Bestandtheilen, in die Bildung der Silikate der Emaille ein die Alkalien (Kali und Natron), alkalischen Erden (Baryt, Kalk und Magnesia) und einige Metalloxyde, welche zur Färbung der Emaille beitragen sollen, deren Wirkung aber auch im Bezug auf die Flüssigkeit der Emaille sich sehr energisch äussert.

Die alkalischen Bestandtheile, Soda, Weinstein, Kalisalpeter tragen wesentlich zur Bildung eines leichter flüssigen Silikates bei, während Kalk und Baryt in der Form von kohlensaurem Kalk, Flussspath, Gyps und beziehungsweise Schwerspath nicht mit besonderem Erfolg angewendet werden. Diese beiden alkalischen Erden geben leicht eine ziemlich strengflüssige Emaille und es tritt eine kurze und spröde Beschaffenheit derselben ein.

Anders ist es mit der Magnesia, deren Einfluss auf die Consistenz und die Adhäsion des Emaillschlickers es angemessen erscheinen lässt, einigen Zusatz von Magnesia, meist in der Form von Magnesiacarbonat, weniger als Bittersalz, bei der Mischung der Grundmasse wie der Deckmasse anzuwenden.

Eigenthümlich ist der Zusatz der schweren Metalloxyde zum Decken und Färben der Emaille; man wendet dazu hauptsächlich Zinn- und Bleioxyd für die gewöhnliche weisse Emaille, Kobaltoxyd, Manganhyperoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxyd und

Eisenoxydul, Antimonoxyd, Goldpurpur u.s.w. für gefärbte Emaillen an.

Von diesen Metalloxyden sind aber nur die Oxyde des Bleies und des Zinnes von besonderer Wichtigkeit, weil sie in grösserer Menge zugesetzt werden, um der Glasur die milchweisse Farbe zu geben.

Das Bleioxyd wird entweder als reine gelbe Glätte, oder als Mennige gebraucht, darf aber weder Kupfer noch Antimon, noch Silber enthalten. Das Zinnoxyd wird künstlich durch Veraschen, d. h. Oxydiren des metallischen Zinns dargestellt und gewöhnlich auf den Emaillirhütten selbst gemacht.

Die neutralen und zusätzlichen Bestandtheile der Emaillen.

§. 449. Als einen neutralen Zusatz kann man vor allen Dingen den Borax anführen, der lediglich dazu benutzt wird, um mit den strengflüssigeren Silikaten eine leichtflüssigere Verbindung zu bilden und dadurch die Fabrikation, wie auch die Benutzung der Emaillen zu erleichtern.

Als Vogelgesang seine Brochüre schrieb, kannte man die Kalisalz- und Boracitindustrie der Steinsalzfundorte noch nicht und deshalb musste der genannte Autor ausdrücklich anempfehlen, nur vollkommen reinen oder gereinigten indischen, d. h. sogenannten venetianischen Borax anzuwenden. Dem dazumal in Frankreich fabricirten künstlichen Borax sagte man nach, dass er leicht zerfiele; doch hat das bei der weiteren Anwendung nichts zu sagen. Heut ist es sehr leicht, Borax von vollkommener Farblosigkeit billig zu erhalten und es würde sich vielleicht eine Mischung von Boraciten und Borax sehr gut empfehlen, weil dann gleich borsaure Magnesia in die Emaille geführt würde.

Dann ist anzuführen das kohlensaure Ammoniak, welches indessen nur zur Auflockerung der Emaillen zu dienen scheint; man will bemerkt haben, dass der Zusatz dieses flüchtigen Stoffes das Reissen

und Springen der Emaille verhindere. Einen weiteren Nutzen stiftet die Gegenwart des Ammoniaksalzes noch durch seine Wirkung auf die in der Emaillemischung befindlichen Sulfate, deren Säure durch die Gegenwart des Ammoniaks leichter entfernt wird.

Die Vogelgesang'sche Erklärung (S. 20 des angeführten Werkes) ist nicht richtig, sehr gezwungen und gewunden und lässt manches vollkommen unberücksichtigt.

Ein weiteres ebenfalls zusätzliches Material ist die von von Mottoni angeführte Knochenasche, welche vorwiegend aus Kalkcarbonat und Kalkphosphat besteht und bekanntlich unter die strengflüssigeren Ofenbaumaterialien des Hüttenbetriebes gehört.

Die Rolle dieses Bestandtheiles ist nicht klar; höchstens kann eine porösere Textur der Emaille und damit eine grössere Solidität und Widerstandsfähigkeit gegen das Zerreissen die Folge der Beimischung der Knochenasche sein.

bb) Die Vorrichtung der Materialien, Calcination, Mahlen und Verreiben. *)

§. 450. Sämmtliche Rohmaterialien können, wie sich von selbst ergiebt, nicht im Zustande ihres Bezuges und wie sie im Handel vorkommen, zur Emailledarstellung verwandt werden, weshalb dieselben einer meist mechanischen Vorbereitung unterworfen werden müssen.

Die vorzubereitenden Materialien sind: Quarz, Feldspath, Thon, Flussspath, Gyps, Knochen, Schwerspath und einige vorzugsweise wasserhaltige Salze.

Der Quarz, Feldspath, Flussspath u. s. w., welche in meist grossen Stücken bezogen werden, müssen zunächst in ungefähre Grösse einer Wallnuss zerschlagen werden, wobei jedes einzelne Material für sich in ein längliches und mehr flaches gusseisernes Gefäss (etwa eine alte Wasserpfanne) geschüttet wird,

*) Vergleiche von Mottoni a. a. O., S. 183.

um in einem bereits erwärmten Brennofen ausgeglüht zu werden, welches Ausglühen in einem Zeitraume von 6—8 Stunden erfolgt. Gewöhnlich wird das Ausglühen im Emaillbrennofen nach vollendetem Einbrennen der Emaille in die Geschirre vorgenommen, da der noch in Glühhitze sich befindende Brennofen hinreichende Wärme für diesen Zweck besitzt.

Nach erfolgtem Ausglühen werden die Gefässe mit den darin befindlichen Materialien aus dem Brennofen gezogen und dem Erkalten überlassen. Wenn dies geschehen, so schreitet man zur Sortirung, wobei die gut ausgeglühten von den weniger geglühten Theilen getrennt und letztere besonders bei Seite gelegt (um beim nächsten Brande nochmals ausgeglüht zu werden) und etwa dazwischen befindliche, mit fremden Beimischungen versehene Steine als unbrauchbar weggeworfen werden.

Der feuerfeste Thon wird auf ähnliche Weise im Ofen gebrannt und dann sortirt; nur ist zu bemerken, dass vorher geschlemmter und gereinigter Thon stets vorzuziehen ist.

Die ausgeglühten und sortirten Materialien, sowie Borax und Salpeter, werden dann, jedes Material für sich allein, durch ein Pochwerk, dessen Stempelschuhe aus Gussstahl oder wenigstens aus verstähltem Schmiedeeisen gefertigt sein müssen, in möglichst kleine Stücke zerkleinert.

Während des Pochens werden die zu zerkleinernden Materialien in gewissen Zeiträumen mit Wasser befeuchtet und mit einem schmiedeeisernen Haken gewendet, damit alle Theile mit dem Pochstempel in Berührung kommen. Selbstverständlich wird behufs des Wendens der Materialien das Pochwerk ausser Betrieb gesetzt.

Beim Abpochen der Materialien ist die grösste Reinlichkeit zu beobachten, sowie alle Arbeiten, welche Staub erzeugen, zu vermeiden und sobald eine Gattung Materials zerkleinert wurde, ist das Pochwerk, ehe ein neues Material eingetragen wird, sorgfältig zu reinigen.

Die auf diese Weise zerkleinerten Materialien werden jedes für sich in besondere Kisten gethan und dann in kleinen Quantitäten in die Mahlmühle Nr. 1 unter nöthiger vorhergehender Befeuchtung mit weichem Wasser geschüttet und auf das Allerfeinste zermahlen. Ist dies erfolgt, so wird die Masse durch das am Boden des Mühlbottichs befindliche und mit einem Abschlusshahn versehene Abflussrohr in ein darunter gestelltes gusseisernes Gefäss abgelassen.

Aus diesem Sammelgefäss wird die gesammelte Masse in ein flaches Geschirr (in Form einer Bratpfanne) im feuchten Zustande geschüttet und auf den in dem Mühlenraume befindlichen und vorher erwärmten Ofen gestellt. Die in dem Gefäss enthaltene schwerere Masse setzt sich zu Boden und das darin befindliche Wasser verdunstet nach und nach. Während des Trocknens der Masse drückt man mit einem runden, fingerdicken Hölzchen Vertiefungen in dieselbe, in welchen sich abermals Feuchtigkeit ansammelt und wieder verflüchtigt; nach erfolgter vollständiger Trocknung der Masse wird dieselbe durch ein feines Sieb durchgesiebt und in eine Kiste (Massenkiste) geschüttet, welche für jede Materialgattung in besondere Fächer abgetheilt und vermittelst eines Deckels gegen Staub und sonstige Unreinigkeiten geschlossen wird.

Die gebrannten und gepochten Knochen werden in einem gusseisernen Mörser auf das Feinste pulverisirt und gleichfalls durch ein Haarsieb gesiebt.

Oxydation des Zinnes und Bleies zur Fabrikation der Zinn- und Bleiasche.*)

§. 451. Die Darstellung der Blei- und Zinnoxyde, namentlich der letzteren, gehört gewissermaassen auch in den Kreis der Vorbereitungsarbeiten. Vielfach combinirt man die beiden Oxyde, indem man Mischungen oder Legirungen der beiden Metalle dem Oxydationsprozess unterwirft.

Die Gewichtsmenge der zu bereitenden Zinnasche

*) Vergleiche von Mottoni a. a. O., S. 183.

richtet sich (wie auch bei den übrigen bereits angeführten Materialien) ganz nach der Stärke des Betriebes der Emailliranstalt und es wird in der Regel eine solche Quantität Vorrath erzeugt, dass man voraussichtlich für einen dreimonatlichen Betrieb ausreicht, da die Herstellung geringerer Gewichtsmengen mit zu vielen Unkosten verknüpft ist.

Das Zinn und das Blei werden in kleine Stücke, der leichtern Schmelzbarkeit wegen, zerschlagen und in bestimmtem Verhältniss in einen gusseisernen Topf gethan, welch' letzterer über ein offenes Kohlenfeuer gehangen wird und so lange dort verbleibt, bis die darin befindlichen Metalle vollständig eingeschmolzen sind. Hierauf wird der Topf vom Feuer abgenommen und die gut durchgerührte flüssige Masse in bereit gehaltene gusseiserne Formen zu Stäben eingegossen, welche eine Länge von 700, eine Breite von 40 und eine Stärke von 30 Millimeter haben. Nach erfolgter Erstarrung werden diese Stäbe (Zinnstäbe) aus den Formen genommen und bis zu ihrer völligen Erkaltung bei Seite gelegt.

Während des Einschmelzens der beiden Metalle wird der zur Bereitung der Zinnmasse dienende, an den Tiegelschmelzofen angebaute, kleine Schmelzofen (Zinnaschebrennofen), Taf. XIX., Fig. 5 und 6, erhitzt resp. angefeuert und zwar so lange, bis die aus feuerbeständigem Thon gefertigte und eingemauerte Muffel die volle Glühhitze erlangt hat. Ist dies erfolgt, dann werden die erwähnten Legirungsstäbe mit Meissel und Hammer in Stücke zertheilt, deren Länge etwas kürzer als die Muffel sein müssen.

Ein solches Stäbchen wird nun in die vorgeglühte Muffel, Fig. 5 und 6, Taf. XIX., eingelegt, worauf dasselbe in Fluss geräth, durch den Zutritt des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft die Oberfläche des flüssigen Metalles sich oxydirt und eine Art Haut von Farbe des hellen Ockers bildet, welche man die (bleiische) Zinnasche nennt. Nachdem man sieht, dass die Oberfläche des flüssigen Metalles sich ganz mit dieser hellgelben Decke überzogen und in einer gewissen

Stärke aufliegt, wird mit einem schmiedeeisernen Krätzer diese Decke behutsam, ohne das darunter befindliche flüssige Metall zu berühren, von der Oberfläche abgezogen und in einem eisernen Gefässe angesammelt.

Da die Bildung der Oxydation des flüssigen Metalles ununterbrochen fortschreitet, so werden die oben erzielten legirten Zinnstäbe der Reihe nach, nach Erforderniss, in die Muffel eingelegt und mit dieser Operation so lange fortgefahren, bis alle Stäbe in Zinnasche verwandelt sind.

Während der Zinnaschenbereitung ist darauf zu achten, dass die Muffel des Schmelzofens stets in möglichst gleichmässigem Wärmegrade erhalten wird und jeder Luftzug vor der Oeffnung der Muffel sorgfältig vermieden wird, zu welchem Behufe auch vor dieselbe eine Blechplatte gestellt wird. Die auf diese Weise erzielte Zinnasche wird nach und nach in kleinen Quantitäten auf einem sehr festen ebenen Reibsteine mit eben solchem Pistille auf das Allerfeinste abgerieben und erst hierdurch zur ferneren Verwendung brauchbar. Beim Abreiben hat man ganz besonders darauf zu achten, dass der Reibstein vorher von allen fremden Bestandtheilen gereinigt und dass während der Operation jeder Luftzug und Staub im betreffenden Locale auf das Sorgfältigste vermieden werden muss, wodurch die abgeriebene Zinnasche fortgeblasen werden könnte; ebenso ist strenge darauf zu achten, dass der betreffende Arbeiter während des Abreibens nicht raucht, am wenigsten eine Cigarre, und dass der Fussboden zur Vermeidung jeden Staubes zuweilen mit Wasser besprengt, überhaupt die grösste Reinlichkeit beobachtet wird.

Auf einigen Werken, z. B. der Tangerhütte bei Magdeburg, bedient man sich eines kleinen Flammofens zur Darstellung der genannten Metalloxyde und krükt die eingeschmolzenen Metalle mit einem eisernen Haken so lange um, bis sie in pulveriges Oxyd verwandelt sind.

Im Prinzip ist dieses Verfahren dem andern gleich, nur ist bei dem letzteren eine sehr feuerbeständige

Muffel nothwendig, während der Herd des Flammofens viel eher schwer angreifbar (durch das Blei) gemacht werden kann.

cc) Die Darstellung der Massen oder Emaillen. Schmelzen und Mahlen.

§. 452. Wie schon im §. 446 hervorgehoben ist, befolgt man bei der Bestimmung der Mischungsverhältnisse keinerlei chemische Grundsätze, sondern richtet sich lediglich nach Erfahrungen und darauf gegründete Ueberlieferungen. Anstatt sich an die in der theoretischen Metallurgie bereits ermittelten Verhältnisse der gewöhnlichen künstlichen Silikate der Schlackenreihen anzuschliessen und die Folgerungen über Schmelzbarkeit, Sprödigkeit u. s. w. zu benutzen, arbeitet man vollständig im Unklaren und begnügt sich, Recepte anderer Werke auf alle mögliche Weise zu erlangen und damit, so gut es angeht, auszukommen. Nimmt man an, dass die durch Vogelgesang z. B. mitgetheilten Recepte, von denen einige sich als die der Eisengiesserei bei Gleiwitz charakterisiren, gute Resultate geben, so müsste man die daraus hervorgehenden Emaillen chemisch analysiren, um die entstandenen Verbindungsverhältnisse kennen zu lernen. Es ist das bis jetzt nicht geschehen und man muss sich begnügen anzunehmen, dass die Composition der Emaillen durch den Schmelzprozess der ersten Darstellungsoperation keine wesentliche Veränderung erleide, dass nichts als der flüchtige Stoff sich entferne und dass die allgemein zutreffenden chemischen Verwandtschaften der Bestandtheile sich geltend machen.

Man unterscheidet bekanntlich bei dem Eisenemaillirprozess wesentlich zwei nach einander auf das Eisen aufzuschmelzende Mischungen, welche zusammen den Emailleüberzug ausmachen. Die unmittelbar auf das Eisen gebrachte Mischung nennt man allgemein die Grundmasse, während die zweite Mischung, welche vorwiegend die Schönheit des Ueberzuges repräsentiren soll, Deck- oder Schlussmasse, auch Emaille im engeren Sinne genannt wird.

Während die letztere die wirkliche Emaille vorstellt, spielt die Grundmasse nur die Rolle der Vermittlerin zwischen den äusserst heterogenen physikalischen Eigenschaften des Roheisens und der Emaille.

Die letztere, vollkommen geflossen und dadurch leicht spröde und zum Abspringen geneigt, sobald das Gusseisen sich durch Temperaturveränderungen ausdehnt und zusammenzieht, wird auf der Grundmasse aufgeschmolzen, die das Eisen in kaum gefrittetem, körnigem und dadurch beweglichem Ueberzuge bedeckt.

Beide Massen sind deshalb von verschiedener Zusammensetzung, doch müssen Beide gleich fein und sorgfältig zur Benutzung vorgerichtet werden.

Die nachfolgende Betrachtung zerfällt demnach in zwei Theile:

einmal die Zusammensetzungsverhältnisse der Emaillemischungen,
dann die Zubereitung der Emaillen und die dazu erforderlichen Apparate.

Die Zusammensetzungsverhältnisse der Emaillirmischungen.

§. 453. Die Grundmasse. Man wählt zu der Zubereitung der Grundmasse vorwiegend Kieselsäure, welche mit Borax und Feldspath als Flussmittel gemengt und durch Thonzusätze strengflüssiger, durch Kali und Bleioxyd leichtflüssiger und weicher gemacht wird. Magnesiacarbonat erleichtert durch Schleimigmachen das Auftragen, Bittersalz (Magnesiasulfat) steigert die Haltbarkeit.

Vogelgesang (a. a. O., S. 44 und ff.) theilt 8 Recepte mit, von denen hier nur zwei, dem Verfasser als durchaus zuverlässig im Erfolg bekannt, wiederholt werden sollen.

1. Es werden 30 Theile Quarz mit 20 Theilen krystallisirtem Borax zunächst geschmolzen und dann auf der Mühle 23 Proc. Kiesel und 23 Proc. Thon nachgesetzt und gemeinschaftlich verrieben. Ersetzt man $3^1/_2$ Theile des Borax durch 3 Theile Bleiweiss

(Bleicarbonat) und 5 Proc. Thon der Mühlenbeschickung durch die gleiche Gewichtsmenge Magnesia, so hat man eine weichere und leichter aufzutragende Grundmasse.

Daraus ergeben sich folgende Verhältnisse: man mischt

30 Pfund Quarzmehl (z. B. abgeschreckte und gemahlene Feuersteine),
$16\frac{1}{2}$ „ Borax,
3 „ Bleiweiss

und schmilzt die Masse, wie weiter unten beschrieben werden soll, lässt sie ins Wasser träufeln und bekommt ein grünlich schillerndes durchsichtiges Glas. Der Schmelzverlust ergiebt sich auf 23—24 Proc., so dass 39 Pfund Masse erzielt werden, die gröblich zerrieben und dann mit $\frac{6\frac{1}{2}}{28}$ Pfund Quarzmehl pro Pfund Masse, also $\frac{39 \cdot 6\frac{1}{2}}{28} = 9{,}05$ Pfund und der entsprechenden Menge Wasser (circa 2 Kubikfuss) auf die Feinmühle gegeben wird.

Sobald die Masse eine bestimmte Feinheit erlangt hat, werden 9,05 Pfund Thon incl. 5 Proc. Magnesia zugesetzt, also rund $8\frac{2}{3}$ Pfund Thon und $\frac{1}{2}$ Pfund Magnesia nachgetragen und nass vermahlen. Man lässt die Masse sich absetzen und bewahrt sie unter Wasser verdeckt auf, um immer sofort wieder die nothwendige Consistenz zu haben.

2. Man schmilzt im Tiegel zusammen:

30 Pfund Quarzmehl,
30 „ gemahlenen Feldspath,
25 „ krystallisirten Borax

und mischt die erhaltenen 72 Pfund Masse auf der Mühle mit

$10\frac{3}{4}$ Pfund Thon,
6 „ Feldspath,
$1\frac{3}{4}$ „ Magnesia.

§. 454. Aus den 8 Recepten, welche Vogelgesang mittheilt, ergiebt sich eine durchschnittliche

Zusammensetzung der Grundmasse, unter Berücksichtigung der ebenfalls mitgetheilten Materialanalysen, von:

63,49 Kiesel,
13,75 Borax,
2,67 (5,35) Alkali, *)
1,36 (3,62) Bleioxyd,
14,05 Thon,
3,72 (4,25) Magnesiacarbonat,
0,61 (2,44) Magnesiasulfat,
0,35 (0,933) Kalk.

Vernachlässigt man die geringeren Mengen von Alkalien, Magnesiasulfat und Kalk, so bleiben durchschnittlich:

63,40 Proc. Kieselsäure,
13,75 „ Borax,
1,36 (3,62) Bleioxyd,
14,05 Proc. Thon,
3,72 (4,25) Magnesiacarbonat.

Rechnet man im Thon circa 50 Proc. Kieselsäure und 33 Proc. Thonerde, so erhält man in runden Zahlen einen Gehalt von fast 70½ Proc. Kieselsäure in der Grundmasse, der zur Silikatbildung 1,30 (3,62) Proc. Bleioxyd, circa 5 Proc. Thonerde und eine ebenso unbedeutende Menge von Alkalien, Kalk und Magnesia gegenüberstehen.

Sucht man aus obigen Zahlenverhältnissen die Zahl der Atome der einzelnen Substanzen auf, welche in der Grundmassemischung stecken, so findet man nachstehende Werthe: **)

*) Bei der Durchschnittsberechnung der Alkalien, des Bleioxydes, des Magnesiacarbonats-Sulfats und der Kalkerde, die bei beziehungsweise nur 4, 3, 7, 2 und 3 Beispielen vorkommen, hat Vogelgesang das arithmetische Mittel auf alle acht Beispiele bezogen und dadurch die obigen Zahlen erhalten, während die eingeklammerten nach der wirklichen Zahl der zutreffenden Fälle durch den Verfasser berechnet sind.

**) Die Quotienten entstehen durch Division der relativen Quantitäten, durch die bezüglichen Atomgewichte.

Bei den Alkalien sind gleiche Theile Kali und Natron als Carbonat angenommen worden; der Kalkzusatz wurde ebenfalls als Carbonat angesehen.

Kieselsäure	$\frac{70,50}{60}$	$= 1,175$,
Bleioxyd	$\frac{3,62}{2,23}$	$= 0,016$,
Thonerde	$\frac{5,00}{102,6}$	$= 0,049$,
Alkalien	$\frac{1,783}{\left(\frac{94 \times 62}{2}\right)}$	$= 0,023$,
Magnesia	$\frac{2,02}{40}$	$= 0,051$,
Kalk	$\frac{0,52}{56}$	$= 0,009$.

Die vorstehenden Zahlen ergeben:

	auf 117	At.	Kieselsäure	m.	234	At. Sauerstoff,
denen gegenüber	1	„	Bleioxyd	„	1	„ „
	4	„	Thonerde	„	12	„ „
	2	„	Alkalien	„	2	„ „
	5	„	Magnesia	„	5	„ „
	1	„	Kalk	„	1	„ „
			zusammen	mit	21	At. Sauerstoff

stehen. Es ergiebt sich daraus ein Verhältniss des Sauerstoffes der Säure zu dem der Basis wie 11 : 1.

Nimmt man ein Trisilikat als vorhanden an, so würden durch die Basen ungefähr 31,5 Atome Kieselsäure gebunden sein, der Rest der Kieselsäure aber, also 85,5 von 117 Atomen, befinden sich in der Mischung des Trisilikates und des Borax aufgelöst oder besser suspendirt.

Man kann danach, ohne die absolute Sicherheit für diese Hypothese in Anspruch zu nehmen, voraussetzen, dass in den Grundmassen der Emaillirhütten eine grosse Menge nicht schmelzbarer Kieselsäure durch eine leichtflüssigere Mischung von Borax und verschiedenen (Tri- oder Bi-) Silikaten von Thonerde, Alkalien, alkalischen Erden und Bleioxyd zusammengefrittet wird.

Die Deckmasse, Schlussmasse oder Glasur.

§. 455. Die Deck- oder Schlussmasse besteht im Wesentlichen ebenfalls aus Kieselsäure, Thonerde, Borax und einer grösseren Menge von Zinnoxyd, resp. Bleioxyd. Auch hier giebt die Kieselsäure oder das sich bildende Silikat den Körper der Masse, als Flussmittel dient der Borax und als Abstimmungsmittel der Feldspath, event. andere thonerdehaltige Mineralien.

Andere Materialien führt man in das Gemisch, um besondere Zwecke zu erreichen; z. B. substituirt man dem Borax theilweise geringe Zusätze von Salpeter als Oxydationsmittel für färbende Oxyde, Natron als glanzgebendes Mittel, kohlensaures Ammoniak gegen das Reissen der Glasur, endlich die Magnesiasalze zum gleichen Zweck, wie bei der Grundmasse schon erwähnt wurde. (a. a. O. S. 49 und ff.)

Für die Zusammensetzung der Glasuren giebt Vogelgesang 27 Recepte an, die unter sich ziemliche Verschiedenheiten in der Zusammensetzung zeigen und namentlich sich durch Benutzung des Feldspathes, des Porzellan- und Glaspulvers unterscheiden. Es geht aus dieser Verschiedenheit hervor, dass man mit den verschiedenartigsten Mitteln zum gleichen Resultate kommen kann, sobald man nur das Verhalten der einzelnen Bestandtheile kennt.

Offenbaren sich bei den Emaillirproben nach einem der Recepte Fehler, so empfiehlt Vogelgesang (a. a. O. S. 51):

a) bei mangelhafter Haltbarkeit einen Zusatz von Magnesiasulfat;

b) bei ungleichem Auftragen etwas Magnenesiacarbonat;

c) beim Rissigwerden Thon in Ammoniakwasser aufgeweicht, auch Ammoniumcarbonat;

d) bei schlechter Deckung Zinnoxyd;

e) bei mangelhaftem Glanz etwas Natriumcarbonat;

f) bei gelblicher Farbe etwas Smalte oder Braunstein.

§. 456. Von den erwähnten 24 Beispielen sind hier die bewährtesten ausgewählt.

1) Man mische:

$37\frac{1}{2}$	Pfund	Kieselsäure,
$27\frac{1}{2}$	„	Borax,
30	„	Zinnoxyd,
15	„	Natriumcarbonat,
10	„	Salpeter,
$7\frac{1}{2}$	„	Ammoniumcarbonat,
5	„	Magnesiacarbonat

innig durcheinander und lasse die Mischung 2—3 Schmelzungen passiren, bis sie vollkommen frei von allen Blasen ist. Man erhält dann circa 92 Pfund Masse, die getrocknet, gewogen und verpocht auf die Mühle gegeben wird.

Dabei werden auf wirkliche 92 Pfund der Masse:

$\frac{92 \,.\, 2\frac{1}{4}}{33\frac{3}{4}}$ oder $6\frac{1}{4}$ Pfund Quarzmehl,

$\frac{92 \,.\, 1\frac{11}{12}}{33\frac{3}{4}}$ oder $3\frac{2}{3}$ Pfund Zinnoxyd,

$\frac{92 \,.\, \frac{1}{4}}{33\frac{3}{4}}$ oder $\frac{2}{3}$ Pfund Natriumcarbonat

zugesetzt und nach sorgfältigem Vermahlen der Masse

$\frac{92 \,.\, 9\frac{1}{2}\ \text{Loth}}{33\frac{3}{4}}$ oder $\frac{3}{4}$ Pfund Magnesiacarbonat

nachgesetzt und noch 4—6 Stunden gemahlen. Die Masse muss durch ein Haarsieb gegossen werden und wird, nachdem sie mit dem Mühlenwasser abgekocht worden ist, mit dem Wasser verdeckt aufbewahrt. Für bauchige Geschirre empfiehlt Vogelgesang anstatt $6\frac{1}{4}$ Pfund $\frac{92 \,.\, 4}{33\frac{3}{4}} = 10{,}90$ Pfund Kieselsäure zuzusetzen.

2) Ist Bleiglasur zulässig, so vermindert man den Borax- und den Zinnoxydgehalt und giebt statt

dessen Bleicarbonat in die erste Schmelzmischung. Dann gestalten sich die vorhergehenden Verhältnisse folgendermaassen:

37 $^1/_2$	Pfund	Kieselsäure,
24	„	Borax,
25	„	Zinnoxyd,
15	„	Bleicarbonat,
11 $^1/_4$	„	Natriumcarbonat,
10	„	Salpeter,
7 $^1/_2$	„	Ammoniumcarbonat,
5	„	Magnesiacarbonat.

Die Schmelzmasse, 96 Pfund, wird in derselben Weise vermahlen wie die unter 1) erhaltene.

3) Für Feldspathverwendung giebt Vogelgesang acht Glasurrecepte, von denen zwei erwähnt werden sollen.

	(4)		(7)	
Feldspath	40	Pfund	30	Pfund,
Borax	34	„	20	„
Zinnoxyd	15	„	14	„
Natriumcarbonat	—	„	7	„
Salpeter	10	„	5	„
Magnesia	—	„	5	„

Diese Massen können ohne Mühlenzusatz gebraucht werden.

4) Für Porzellanverwendung und Glasbenutzung sind ebenfalls Recepte mitgetheilt, von denen ebenfalls zwei erwähnt werden sollen.

	(12)		(13)	
Kieselsäure	25	Pfund	20	Pfund,
Porzellan	25	„	—	„
Glaspulver	—	„	20	„
Borax	25	„	24	„
Zinnoxyd	20	„	16	„
Bleicarbonat	20	„	3	„
Natriumcarbonat	15	„	10	„
Salpeter	11	„	2	„
Ammoniumcarbonat	7 $^1/_2$	„	—	„
Magnesia	6	„	5	„

Diese Massen, gut gemengt und geschmolzen, werden dann mit gleichen Zusätzen vermahlen, wie die unter 1 und 2 angeführten.

§. 457. Betrachtet man die von Vogelgesang auf S. 62 und 63 seines Buches gegebenen Zusammenstellungen an Glasurcompositionen, so sieht man, dass

der Kieselsäuregehalt	zwischen	27,02	u.	43,88	Proc.
„ Thonerdegehalt	„	0,28	„	13,51	„
„ Kalkcarbonatgehalt	„	0,36	„	5,26	„
„ Magnesiacarbonatgehalt	„	2,77	„	6,71	„
„ Magnesiasulfatgehalt	„	1,22	„	3,63	„
„ Boraxgehalt	„	8,28	„	24,06	„
„ Natriumcarbonatgehalt	„	0,57	„	10,21	„
„ Kaligehalt*)	„	2,49	„	10,16	„
„ Ammoniumcarbonatgehalt	„	0,21	„	1,98	„
„ Bleioxydgehalt	„	2,80	„	12,64	„
„ Zinnoxydgehalt	„	11,80	„	30,36	„

schwankt.

Aus diesem Grunde wahrscheinlich hat Vogelgesang darauf verzichtet, wie bei den Grundmassen einen Durchschnitt aller Resultate zu ziehen.

Zur Untersuchung der Silikatstufe u. s. w. empfiehlt es sich, aus den Recepten das im vorigen §. zuerst erläuterte heraus zu greifen.

Es enthält dasselbe

$37\frac{1}{2} + 6\frac{1}{4}$	Theile	= 43,75	Kieselsäure,
$27\frac{1}{2}$	„	= 27,50	Borax,
$30 + 3\frac{2}{3}$	„	= 33,67	Zinnoxyd,
$15 + \frac{2}{3}$	„	= 15,67	Natriumcarbonat entspr.
		= 9,07	Natronanhydrid,
10	„	= 10,00	Salpeter
		= 4,65	Kalianhydrid,
$5 + \frac{3}{4}$	„	= 5,75	Magnesiacarbonat
		= 2,74	Magnesiaanhydrid.

Berechnet man aus diesen Mengen in gleicher Weise wie §. 454 die relativen Atomzahlen, so stellen sich folgende Verhältnisse heraus:

*) Es ist nicht klar angegeben, ob die Ziffern dem Kaligehalt oder dem Kalinitrat- oder Kalitartratgehalt entsprechen.

Es ergeben sich als Quotienten:

für die Kieselsäure $\frac{43,75}{60} = 0,729$,

„ das Zinnoxyd $\frac{33,67}{150} = 0,225$,

„ „ Natronanhydrid $\frac{9,07}{62} = 0,162$,

„ „ Kalianhydrid $\frac{4,65}{94} = 0,050$,

„ „ Magnesiaanhydrid $\frac{2,74}{40} = 0,069$.

Es berechnen sich also etwa:

72	Atome	Kieselsäure	mit 144	Sauerstoff,
22	„	Zinnoxyd	„ 44	„
16	„	Natriumanhydrid	„ 16	„
5	„	Kalianhydrid	„ 5	„
7	„	Magnesiaanhydrid	„ 7	„

Mithin stehen 144 Atomen Sauerstoff der Säure 72 Atome Sauerstoff der Basen gegenüber und ergeben mit ziemlicher Sicherheit den Charakter des Bisilikats für die Glasur oder die Deckmasse der Emaillehütten. Es ist abzuwarten, ob die stöchiometrische Ausrechnung der übrigen Recepte, namentlich der Feldspath-, Glas- und Porzellan haltigen Mischungen ein gleiches Verhältniss ergiebt. Leider gebricht es hier an Raum, diese interessanten Untersuchungen fortzusetzen.

Die Zubereitung der Emaillen und die dazu erforderlichen Apparate. *)

§. 458. Die zur Bereitung der Grund- und Schlussmasse erforderlichen Schmelztiegel, Tiegelfüsse und Stöpsel werden in der Regel durch den Emaillirmeister angefertigt. Das hierzu verwandte Material besteht nur aus feuerbeständigem Thon, welcher vorher gut abgeschlemmt werden muss.

*) Vergleiche von Mottoni a. a. O.

Von dem so gereinigten Thone wird nun ungefähr soviel in die hölzerne, vorher gereinigte und mit Oel bestrichene Form (genannt Nonne), welche die äussere Gestalt des Tiegels, siehe Fig. 7a, Taf. XIX., hat, gethan, dass ungefähr $^2/_3$ der Höhe derselben angefüllt ist. Hierauf wird der ebenfalls aus Holz gefertigte und mit Oel bestrichene Stöpsel (genannt Mönch), der der Innengestalt des Tiegels entspricht, in die Mitte der Form auf den darin befindlichen Thon aufgesetzt und mit kräftigen Hammerschlägen in die Form bis zu der auf dem Stöpsel bezeichneten Höhe hineingeschlagen, wobei man zu beobachten hat, dass der so erzeugte Tiegel auf seinem ganzen Umfange gleiche Wandstärke erhält.

Wenn dies erfolgt, wird der Mönch herausgezogen, der fertige Tiegel aus der Form behutsam herausgeschlagen und auf einen hölzernen Untersatz gestellt, der an zwei Seiten mit Handgriffen versehen ist und in seiner Mitte ein rundes Loch von 25 Millimeter Durchmesser hat.

Zunächst wird mit einem runden hölzernen Stäbchen von 19 Millimeter Durchmesser, dessen Ende auf einer Seite kegelförmig zugespitzt ist, und welches im Ganzen eine Länge von 450 Millimeter hat, durch den Boden des Tiegels eine Oeffnung behutsam gedrückt und dieselbe dann von beiden Seiten gut abgestrichen, damit keine scharfen Kanten bleiben.

Der nun vollendete Tiegel wird in einem mässig erwärmten Lokale, wobei er vor Staub und Luftzug zu schützen ist, aufgestellt und verbleibt in demselben ungefähr 14 Tage bei ziemlich gleichmässiger Temperatur, worauf dieselbe langsam gesteigert wird. Diese Steigerung darf nicht in zu kurzen Zeiträumen erfolgen, indem derselbe sonst sehr leicht rissig und dadurch unbrauchbar wird.

Das Austrocknen der Tiegel erfolgt in der Regel binnen drei Monaten, nach welchem Zeitraume derselbe noch ungefähr vier Wochen auf den Wärmeofen gestellt wird und dann in Gebrauch genommen werden kann. Man muss mindestens sechs Tiegel zur Reserve

haben, vermeide aber so viel wie möglich, neue Tiegel bei Frostwetter anzufertigen.

Die Tiegelfüsse werden ebenfalls aus Thon gefertigt, jedoch mit dem Unterschiede, dass man zur Hälfte aus alten (gebrauchten) Tiegelfüssen (wovon die daran haftenden Schlacken sorgfältig entfernt werden müssen) die gebrannte Masse zerschlägt und fein mahlt und dem Thon beimengt. Ihre Erzeugung erfolgt gleichfalls in hölzernen Formen.

Die Stöpsel zu den Tiegeln bestehen nur aus Thon und haben die Form eines Kegels, auf dessen Länge sich eine muldenförmige Rinne zum Ablauf der Masse befindet. Ihre Anfertigung bedarf keiner besonderen Vorrichtung, doch ist bei deren Länge zu beachten, dass dieselbe, wenn im Tiegel eingesetzt, noch mindestens 15 Millimeter im Innern desselben hervorragen müssen. Die gewöhnliche Grösse der getrockneten Tiegel, sowie deren Fuss und Stöpsel ist auf Taf. XIX., Fig. 7a—d, zu ersehen.

Die Grundnäpfchen bestehen gleichfalls aus Thon und werden in der Regel aus Töpfereien bezogen, da deren Selbstkostenpreis zu hoch zu stehen kommt und solche ausserdem gebrannt sein müssen.

§. 459. Die mechanische Herstellung der Grund- und Schlussmasse umfasst die nachstehenden einzelnen Operationen.

Im Laboratorium, woselbst alle zubereiteten Rohmaterialien ihr Lager haben, werden sie auf einer Waage mit grösster Sorgfältigkeit und Genauigkeit in den bestimmten bewährten Verhältnissen einzeln abgewogen und in einen bereitstehenden, vorher sorgfältig gereinigten hölzernen Bottich geschüttet und mit einer hölzernen Schaufel gut untermengt. Während dieser Zubereitung wird durch einen Arbeiter das nöthige Brennmaterial (Holzkohle) zum Anfeuern des Schmelzofens, sowie zur Schmelzung der Grund- und Schlussmasse selbst herbeigeschafft und der Schmelzofen sofort angefeuert. Gleichzeitig werden die nöthigen Schmelztiegel mit Stöpsel und Tiegelfüssen in den Ofen eingesetzt und an den Ofen selbst an seiner

Längenseite eine Treppe angelehnt, welche bis nach Vollendung der Schmelzung daselbst verbleibt.

Ein kleines hölzernes, mit einem Handgriffe versehenes Kistchen, wird mit vorbereitetem Schmelzmaterial angefüllt und auf das Ofengewölbe in der Nähe der drei Beschickungsöffnungen an die Scheidewand des Gebäudes hingestellt und mit einem Deckel geschlossen. Neben dieses Kistchen werden auch die zur Beschickung der Tiegel nöthigen Werkzeuge gestellt. Diese sind folgende:

a. ein kleiner eiserner Haken zum Abheben der gusseisernen Deckel auf den Beschickungsöffnungen;

b. ein blecherner Trichter mit 350 Millimeter langem und 70 Millimeter im Durchmesser haltenden Hals zum ersten Einfüllen des Schmelzmateriales in die Tiegel;

c. ein blecherner, muldenförmiger, mit einem 500 Millimeter langen, eisernen Stiel versehener Löffel zum Einschütten des Schmelzmateriales;

d. ein schmiedeeiserner, 1 Meter langer und 7 Millimeter starker Spiess, dessen eine Spitze zugeschärft ist und zur Nachhilfe bei etwaiger Verschlackung der unteren Tiegelöffnung dient;

e. eine grosse schmiedeeiserne Zange zum Einsetzen der Tiegel und zum Ausheben derselben, im Falle während des Betriebes ein solcher bersten sollte und

f. eine ebensolche Zange zum Einsetzen der Tiegelfüsse und Stöpsel.

Unter dem Ofenherde befindet sich eine Vertiefung, ähnlich einem Aschenfalle, in welche ein oder zwei gusseiserne längliche Behälter (gewöhnlich unbrauchbare Wasserpfannen) zur Aufnahme der geschmolzenen Schlussmasse gestellt werden.

In die Nähe dieser Vertiefung werden die Werkzeuge zum Ausheben der geschmolzenen Schlussmasse gestellt, bestehend aus:

a. einem schmiedeeisernen, 1300 Millimeter langen und 15 Millimeter starken Stab, welcher an einem Ende zugespitzt und hakenförmig umgebogen ist;

b. einem mit Wasser gefüllten Eimer zum Abkühlen vorerwähnten Stabes, wenn solcher an seiner Spitze glühend geworden.

c. einem Handhammer zum Abklopfen der Schmelzmasse, wenn solche am Stabe haften bleibt, oder sich Schlacken zwischen derselben befinden.

d. einem eisernen Gefässe irgend welcher Form zur Aufnahme der geschmolzenen Masse.

§. 460. Nach den Vorbereitungen werden die unterdessen vorgewärmten Tiegel im Schmelzofen nochmals einer Revision unterworfen, ob solche gut und sicher gestellt und nicht schadhaft sind, sowie zur Vorsicht ein oder zwei Reservetiegel vorgewärmt, um bei etwaigem Schadhaftwerden eines beschickten Tiegels solchen sofort auswechseln zu können.

Sobald der Schmelzofen, der auf Taf. XIX., Fig. 1 bis 4, abgebildet ist, den erforderlichen Hitzegrad erreicht hat, werden die drei im Ofen befindlichen Tiegel mit dem bereit stehenden Schmelzmaterial in folgender Weise beschickt.

Der betreffende Arbeiter, welcher die Schmelzung leitet, besteigt das Gewölbe des Ofens, hebt mit dem kleinen Haken die gusseisernen Deckel der Beschickungsöffnungen (zunächst an der Feuerbrücke) ab und stellt sie bei Seite, ergreift mit der kleinen Zange den blechernen Trichter und hängt denselben in die freie Oeffnung, so dass der Hals des Trichters in den darunter befindlichen Tiegel reicht. Nun wird mit dem Löffel das Schmelzmaterial sehr behutsam in den Trichter geschüttet und nach drei Füllungen der Trichter wieder entfernt. Der Rest des Tiegels wird mit grösster Vorsicht bis an den Rand mit dem Löffel allein gefüllt, doch ist zu beobachten, dass kein Schmelzmaterial über dem Rande des Tiegels angehäuft sein darf, indem solches durch den scharfen Zug des Ofens sonst fortgeführt würde.

Die Tiegel selbst werden nicht weiter zugedeckt, sondern blos die gusseisernen Deckel auf die Beschickungsöffnungen wieder aufgelegt.

Hierauf werden die Grundnäpfchen mit der vor-

bereiteten Grundmasse angefüllt und drei derselben in den Feuerkanal durch die Oeffnungen hinter die Schmelztiegel eingeschoben und die Thüren geschlossen.

Zur Handhabung der Grundnäpfchen ist blos eine Feuerzange zum Umfassen derselben, wenn solche nach erfolgtem Einschmelzen der Grundmasse aus dem Ofen entfernt werden sollen, erforderlich.

Während des Schmelzens hat der leitende Arbeiter besonders darauf zu achten, dass der Ofen stets in einer gleichmässigen Temperatur verbleibt, welches er durch die drei an der Langseite des Ofens befindlichen Beobachtungsöffnungen, deren Detail in Fig. 3a Taf. XIV in vergrössertem Maasse abgebildet ist, am besten übersieht.

Nach Verlauf einer Viertelstunde kommt das in den Tiegeln befindliche Material in Fluss und tröpft in dicker Massenform lavaartig durch die im Boden der Tiegel befindliche Oeffnung die Stöpsel entlang, durch die in der Herdsoole befindlichen Oeffnungen in die in der Vertiefung darunter befindlichen gusseisernen Behälter.

§. 461. Sobald sich eine hinreichende Menge geschmolzener Schlussmasse in den Behältern angesammelt, wird dieselbe mit dem eisernen Stabe, welcher an einem Ende hakenförmig gebogen ist, herausgehoben, in das bereitstehende Gefäss gelegt und die erhitzte Spitze des eisernen Stabes im Wasser abgekühlt. Indem die Schlussmasse im Verhältnisse ihres Volumens sehr schwer ist, so vermeide man, zu grosse Massen auf einmal aus dem Behälter auszuheben.

In Zeiträumen von zehn Minuten sieht man durch Abheben der gusseisernen Deckel auf den Schmelzraum die Tiegel nach, ob noch hinreichend Schmelzmaterial in denselben enthalten ist und sobald dasselbe auf ungefähr die Hälfte der Tiegelhöhe gesunken, so werden dieselben sofort bis an deren Rand wieder nachgefüllt. Auf diese Weise wird ununterbrochen Tag und Nacht mit der Schmelzung fortgefahren, zu welchem Behufe nach Verlauf von zwölf Stunden ein Wechsel der Arbeiter stattfinden muss.

Sobald sich beim Schmelzen Schlacken zeigen, werden dieselben mit einer kleinen Zange aus dem Behälter herausgeworfen. Reine Schlacke hat eine hellgrüne Farbe und besitzt die Eigenschaft des grünen Hohlglases, ist ebenso spröde und durchsichtig; unreine Schlacke ist durch beigemengte Emaillenmasse weiss geadert.

Das Schmelzgut für die Grundmasse in den thönernen Näpfchen, welches nicht aus so strengflüssigen Materialien zusammengesetzt ist und welche während des Einschmelzens in den Näpfchen verbleibt, geräth daher leichter in Fluss und erkennt man denselben, wenn die Oberfläche der Masse schaumartig aufwallt. Im erkalteten Zustande besitzt die Grundmasse nicht die Consistenz der Schlussmasse und ist mehr porös (bimsteinartig).

Der regelmässige und gute Gang des Schmelzens zeigt sich durch ein in gleichen Zwischenräumen fallendes Tropfen der Masse von ziemlich gleichmässiger Grösse und Flüssigkeit, welche in die unter der Oefensohle befindlichen Behälter niedergefallen, sofort erstarrt und eine undurchsichtige feste, etwas in's gelbliche spielende weisse und spröde Masse bildet, diese hält sehr lange die Hitze in sich und ist im erkalteten Zustande so hart, dass sie Glas ritzt, weshalb man beim Entleeren der Gefässe sich hüten muss, solches mit der Hand zu vollführen, da man sich wie bei Hochofenschlacken sehr leicht in die Fingerspitzen schneidet, weshalb man kleine Zangen anwendet und die Gefässe blos ausschüttet.

Sobald von der erkalteten Schlussmasse die Gefässe angefüllt sind, werden dieselbe in eine hölzerne Tonne entleert. Die Grundmasse hingegen verbleibt in den thönernen Näpfchen, welche letztere vorher im leeren Zustande abgewogen werden müssen, deren Gewicht man sich notirt.

Nach erfolgter Schmelzung der gesammten Grund- und Schlussmasse wird dieselbe genau abgewogen, bei der Grundmasse wird dann das ursprüngliche Gewicht der thönernen Näpfchen in Abzug gebracht und die

so erhaltenen Gewichtszahlen im geheimen Betriebsbuch der Emaillir-Anstalt eingetragen.

Die erhaltene Schlussmasse wird hierauf einer Revision unterworfen, bei welcher Gelegenheit alle Stückchen, in welchen Schlacken enthalten sind, bei Seite gelegt und zerschlagen werden, die Schlacke daraus entfernt und weggeworfen wird. Die gereinigte Schlussmasse wird durch das Pochwerk zerkleinert und kommt unter Beobachtung der bereits beim Zerkleinern der Rohmaterialien angegebenen Regeln in die Mühle No. 3, in welcher ganz auf dieselbe Weise wie beim Mahlen der rohen Masse verfahren wird, nur mit dem Unterschiede, dass die Durchseihung der gemahlenen Masse durch ein noch feineres Haarsieb erfolgt, worauf die ganze Masse in besondere Töpfe mit weichem Wasser zu einem weder zu dünnen noch zu dicken Brei gerührt wird. Ueberhaupt wird blos so viel Schlussmasse zubereitet, als man zu dem jedesmaligen Brande nöthig hat.

Die erforderliche Grundmasse wird gleichfalls wie die Schlussmasse gepocht, aber in der Mühle Nr. 2 gemahlen und sonst wie die Schlussmasse behandelt. Es sind also ausser der Materialmühle noch zwei Massemühlen anzulegen, um die Grundmasse und die Glasur getrennt verarbeiten zu können.

dd) Die Emaillirarbeiten selbst, Auftragen und Einbrennen der Grundmasse und der Glasur; Schwärzen und Anstreichen der emaillirten Waaren.)*

§. 462. Das zu emaillirende gusseiserne Geschirr u. s. w. muss sehr rein und von etwa daran haftendem Formsand oder Rost vollkommen befreit sein und darf weder Blasen, Löcher, Risse, noch sogenannte Schweissungen enthalten, da auf der artigen Fehlern die Emaille ungleich oder nicht gut haftet. Sobald die Gegenstände die Putzerwerkstätte verlassen, werden die Geschirre auf einem Schleifstein von ihrer sogenannten Naht befreit und bei dieser Operation

*) Vgl. von Mottoni, a. a. O. S. 198.

nochmals geprüft; mit obigen Fehlern behaftete Gegenstände werden als Ausschuss zum Brucheisen geworfen. Poröses Geschirre hält zwar gewöhnlich alle Operationen bei der Emaillirung aus, allein beim Abschwärzen derselben tritt der Theer zwischen der Emaille und der Gefässwand hindurch, wodurch die Emaille an diesen Stellen unansehnliche braune Flecken erhält.

Verrostetes altes Geschirre ist zur Emaillirung vollkommen untauglich, indem der Rost bei noch so sorgfältigem Ausglühen des betreffenden Geschirres nach erfolgter Emaillirung in kurzem Zeitraume unter der Emaille in röthlichgelben, fahlen Flecken wieder zum Vorschein kommt, wodurch das Geschirr für den Handel absolut untauglich wird.

Das nach erfolgter Revision zur Emaillirung für tauglich befundene Geschirre wird mit erwärmtem sogenannten Scheuerwasser, unter zu Hilfenehmung von Sand, mit Strohwischen gut abgerieben und gereinigt und hierauf in einem erwärmten Locale getrocknet.

Durch Beitzen der zu emaillirenden Gegenstände unterstüzt man das Reinigen derselben ausserordentlich und bringt auch auf diese Weise den oberflächlich ausgeschiedenen Graphit fort, der das Anhaften der Emaille vielfach und besonders stark verhindert.

Als Beize verwendet man gewöhnlich verdünnte Schwefelsäure, deren Verdünnungsgrad einen längeren Aufenthalt der Geschirre darin nothwendig macht oder ermöglicht, um die Fabrikation in richtiger Theilung der Arbeit zu erhalten.

Das Auftragen der Grundmasse.

§. 463. Die Geschirre mit Emaillemasse (Grund- oder Deckmasse) versehen, nennt man das Auftragen.

Der in dem Trockenraume befindliche Ofen (Trockenofen) wird zur Erwärmung des Locales sowie zum Trocknen der aufgetragenen Geschirre angefeuert, die zum Trocknen nöthigen hölzernen Böcke werden an den geeigneten Plätzen aufgestellt und auf dieselben eine Anzahl vierkantiger Eisenstäbe je nach

Grösse der zu trocknenden Geschirre quer darüber gelegt. Auf Taf. XX befindet sich die Zeichnung eines Trockenofens für Torffeuerung, dessen Gerüste vorwiegend von Eisen construirt sind und der besser arbeitet als ein gewöhnlicher niedriger Ofen, auf dem die Geschirre aufgethürmt werden müssen. Eine kleine hölzerne Bank zum Aufsetzen des die Grundmasse enthaltenden Gefässes, sowie mehrere eiserne flache grössere Geschirre zur Aufnahme der abtropfenden Masse während des Auftragens werden auf den Fussboden unter die hölzerne Bank niedergestellt. Das Auftragen der Emaille sowie das Einbrennen derselben in die Geschirre besorgt der Meister mit zwei Gehilfen; befinden sich aber grosse und schwere Gegenstände darunter, dann wird nach Erforderniss noch mehr Mannschaft dazu genommen.

Demnächst wird ein gusseiserner Topf von entsprechender Grösse mit weichem Wasser gefüllt und dasselbe erwärmt, worauf die benöthigte Menge Ammoniumcarbonat in das Wasser zur völligen Auflösung eingelegt und der Topf zugedeckt wird; derselbe wird vorläufig auf dem Trockenofen stehen gelassen.

Von der in einem Gefäss zubereiteten Grundmasse wird das überflüssige, auf deren Oberfläche sich befindende Wasser, indem man die flache Hand vor das Gefäss hält, äusserst behutsam (ohne das Gefäss zu erschüttern) abgegossen und weggeschüttet. Hierauf wird die Grundmasse mit einem hölzernen und unten flachen Stabe gut durchgerührt und vom aufgelösten Ammoniumcarbonat ein entsprechender Theil im Verhältniss zur Grundmassenmenge hineingeschüttet und das Umrühren einige Secunden fortgesetzt, worauf das Ganze auf den Trockenofen gestellt wird.

Beispielsweise will ich das Auftragen von Töpfen, Wasserpfannen, Küchenausgüssen und Kesseln erläutern.

Vor dem Auftragen der Emaille in die betreffenden Geschirre werden dieselben ohne Unterschied der Grösse und Form auf der zu emaillirenden Fläche mit einem Borstenpinsel und lauwarmem Wasser be-

feuchtet und die etwa zu nassen Stellen mit einem andern trocknen Pinsel nochmals übergangen. Demnächst wird von der vorbereiteten Grundmasse eine hinreichende Menge (aber nie mehr als ungefähr für den betreffenden Gegenstand erforderlich ist) in das Geschirre geschüttet und dasselbe in geneigter Richtung mit der Mündung nach unten zum Auslaufenlassen eines kleinen Theiles der darin enthaltenen Grundmasse gehalten, hierauf der Topf in der Richtung seines Umfanges rasch herumgedreht (damit die Grundmasse im Innern desselben sich gleichmässig an der Wandung vertheilt), worauf dasselbe mit einer Hand schwebend gehalten so gestürzt wird, dass der Gefässboden sich oben befindet; mit der andern Hand streicht man mit zwei Fingern die herabtropfende Grundmasse am Rande des Topfes, ohne mit den Fingern die innere Fläche desselben zu berühren, so lange ab, bis nichts mehr abtropft. Die an den Fingern haftende Grundmasse wird in das am Fussboden unter der hölzernen Bank befindliche Gefäss abgestreift, worauf der Meister den so aufgetragenen Topf einem Gehilfen übergiebt und ihn dieser, ohne denselben zu erschüttern, abnimmt und auf die über den hölzernen Böcken befindlichen Eisenstäbe so aufstellt, dass der Gefässboden nach oben zu liegen kommt.

Die mit Grundmasse versehenen Geschirre werden behufs des Trocknens pyramidenartig aufgestellt, und so lange stehen gelassen, bis sie vollkommen lufttrocken sind, worauf dieselben abgenommen und auf den Trockenofen zum Vorwärmen aufgestellt werden.

§. 464. Ein specielles Beispiel in anderer Weise erläutert das Auftragen noch besser. Nimmt man an, es sei eine Wasserpfanne aufzutragen. Dieselbe wird auf die hölzerne bereits erwähnte Bank gelegt und wie das Kochgeschirr im Innern auf der zu emaillirenden Fläche mit einem in lauwarmes Wasser getauchten Pinsel befeuchtet und die überflüssige Feuchtigkeit gleichfalls mit einem trockenen Pinsel entfernt. Hierauf wird ein noch grösserer Borstenpinsel in die Grundmasse

mehreremals hintereinander eingetaucht und der volle Pinsel am oberen Rande der Stirnseiten wiederholt nebeneinander abgestreift, bis diese Flächen durch das Ablaufen der Grundmasse aus dem Pinsel mit derselben überzogen sind. Hierauf wird in das Schöpfloch der Pfanne so viel Masse eingegossen, dass man etwas mehr als zum vollen Auftrage nöthig hat; zwei Gehilfen heben nun die Wasserpfanne in die Höhe und geben schwebend derselben eine oscillirende Bewegung, damit der ganze Boden gleichmässig mit Grundmasse sich bedeckt, worauf dieselbe auf die Bank zurückgestellt und auf eine ihrer langen Wandseiten flach an den Rand der Bank niedergehalten, sodann der Pfannenboden auf der gegenüberliegenden Seite langsam soviel gehoben, dass die in der Pfanne befindliche Grundmasse auf einmal in der ganzen Wandbreite sich vertheilend bis an den Rand ablaufen kann. Sobald dies erfolgt, wird die Pfanne rasch in ihre vorherige Lage zurückgestellt und ein dritter Gehilfe streicht mit der Hand die noch am Rande befindlichen Massentropfen ab und giebt solche in das darunter befindliche Gefäss. Demnächst treten beide Gehilfen die Pfanne hebend rasch mit derselben so im Halbkreise herum, dass die früher rückwändige Seite der Pfanne nach vorne zu stehen kömmt und sich über dem unterhalb der Bank befindlichen Gefässe befindet und nun wird diese Seite der Pfannenwand auf vorerwähnte Weise aufgetragen. Hierauf wird die Wasserpfanne durch zwei Mann zum Trocknen auf die Eisenstäbe (wie beim Kochgeschirr) gelegt, und verbleibt dort bis zum lufttrockenen Zustande, worauf dieselbe ebenfalls auf dem Trockenofen vorgewärmt wird.

Bei grösseren Kesseln werden zwei Unterlagshölzer auf den Fussboden und darüber ein Langholz von ca. $1^1/_2$ Meter Länge und entsprechender Stärke gelegt, der Kessel gleichfalls mit lauwarmem weichen Wasser im Innern befeuchtet und die nöthige Grundmasse in denselben eingegossen. Hierauf wird der Kessel auf das eine Ende des Langholzes aufgelegt, derselbe am Boden etwas gehoben, damit die Masse bis

an den Rand läuft und durch einen hinter dem Kessel stehenden Gehilfen nach dem entgegengesetzten Ende des Langholzes in etwas geneigter Haltung fortgerollt. Die hierbei auslaufende überschüssige Grundmasse sammelt sich in dem vor dem Langholze auf dem Boden befindlichen Behälter. Der Kessel wird sodann mit seinem Boden nach oben gerichtet und auf das Langholz gestellt, der Behälter unter das Holz geschoben, und die abtropfende Masse vom Rande abgestreift, hierauf zum Trocknen aufgestellt und gleichfalls vorgewärmt.

Bei Wasserpfannen mit Ausflussröhren, Küchenausgüssen, Röhren überhaupt und sonstigen hohlen Gegenständen wird stets die zum Ausfluss bestimmte Oeffnung mit einer Blechkapsel geschlossen, damit nicht zu viele Emaillemasse unnützer Weise verbraucht wird.

Beim Vorwärmen der Geschirre auf dem Trockenofen ist besonders darauf zu achten, dass alle Theile der betreffenden Gegenstände gleichmässig erhitzt werden, widrigenfalls dieselben der ungleichen Ausdehnung wegen sehr leicht bersten (springen), was namentlich bei Winkelpfannen der Fall ist; daher vermeide man, dieselben auf die heissen Falzplatten direct aufzustellen.

Das Einbrennen der Grundmasse.*)

§. 465. Die auf diese Weise mit der Grundmasse versehenen Geschirre werden, ehe sie eingebrannt werden, einer nochmaligen Revision unterzogen und jene Stellen, wo durch den Ablauf der Grundmasse sich stärkere Streifen bildeten, d. h. wo die Grundmasse stärker haftet, werden mit der Fingerspitze leicht verrieben, bis dieselben nicht mehr sichtbar sind; der so abgeriebene Grundmassenstaub wird aus dem Geschirre rein ausgeblasen.

Nachdem die zu einem Brande vorbereiteten

*) Vgl. von Mottoni a. a. O. S. 218.

Geschirre geordnet sind, wird zum Einbrennen der Grundmasse geschritten.

Fast in allen Emaillir-Anstalten befinden sich in ein resp. zwei Räumen, drei resp. sechs verschiedene grosse Brennöfen, von welchen jeder für bestimmte Grössen von Gegenständen in Gebrauch genommen wird, und deren Construktion aus der Zeichnung klar hervorgeht. Auf Tafel XXI sind drei derartige Oefen, in einer Gruppe vereint, dargestellt. Sind die eingehenden Aufträge für die Emaillir-Anstalt von keiner solchen Bedeutung, um einen ungestörten regelrechten und ökonomischen Betrieb derselben führen zu können, so lässt man stets eine hinreichende Anzahl Geschirre sich ansammeln, um das Einbrennen der Emaille doch mindestens während zwölf Stunden führen zu können. Die nöthigen Werkzeuge beim Einbrennen bestehen aus mehreren schmiedeeisernen Spiessen, Haken, diversen Feuerzangen, Tragstangen.

Das Anfeuern des Brennofens erfolgt im Allgemeinen in der Nacht und richtet sich die Dauer desselben nach der Art des Brennmaterials, ob mit Holz-, Stein- oder Braunkohle oder mit Torf gefeuert wird.

Der Brennofen muss vor dem Einsetzen der Geschirre soweit vorgewärmt sein, dass die gusseiserne Muffel nebst Holzplatten, welche den Ofen bilden, in gleichmässiger Kirschrothglühhitze sich befinden.

Das Anfeuern besorgt ein Arbeiter, während beim Einbrennen mindestens zwei Mann und nach Erforderniss sogar mehr Gehilfen anwesend sein müssen.

Beim Einsetzen der Geschirre vermeide man ein zu weites Oeffnen der Thüre, da hiedurch zu viel Wärme aus dem Ofen hinausstrahlt und der Ofen erkaltet, der Arbeitsraum selbst aber zu sehr erwärmt wird; die Grösse des einzusetzenden Gegenstandes dient zum Anhalt.

Grosse und schwere Geschirre werden auf einen, speciell für diesen Zweck construirten eisernen Wagen, welcher die Höhe der Einsatzplatt hat, gelegt und mit demselben bis an den Ofen hingefahren und in gleicher Weise aus dem Ofen genommen. Kleinere Gegen-

stände werden bei halbgeöffneter Thüre mit einem eisernen Haken eingeschoben und ebenso daraus entfernt. Es ist ferner zu beachten, dass die eingesetzten Geschirre im Brennofen sich nicht berühren und dieselben stets mit ihrer Bodenfläche auf die Rippen der Falzplatten gestellt werden.

Jene Geschirre, welche zunächst der Muffenwand stehen, werden in gewisser Zeit so gewendet, dass ihre Seite, welche nach der Mitte des Ofens gekehrt war, nun gegen die Wand zu stehen kommt, kleine Geschirre werden mehr in die Mitte des Ofens gestellt.

Sind die Falzplatten zu sehr erhitzt, so schleudert man etwas Sand auf dieselben, doch sei man hierbei sehr vorsichtig, namentlich wenn sich noch Geschirre im Ofen befinden, damit keine Sandkörner in dieselben fallen, da sich diese auf dem Boden festbrennen, und mache diese Operation lieber, wenn der Ofen leer ist.

Die Zeitdauer, wie lange die Geschirre im Brennofen zu belassen sind, richtet sich nach deren Grösse und Eisenstärke (Wandstärke) und lässt sich nicht gut bestimmen; es sind dies Resultate, welche nur durch die Praxis zu erzielen sind, weshalb auch beim Einbrennen der Geschirre jederzeit eine Uhr zur Hand ist. Es lässt sich aber durch die Erfahrung feststellen, dass beim Einbrennen der Grundmasse die Geschirre aus dem Ofen entfernt werden, sobald dieselben eine kirschrothe Farbe angenommen haben.

Sobald die Grundmasse eingebrannt ist, lässt man die Geschirre völlig erkalten und giebt sie wieder in die Auftragstube zurück, um die Deckmasse darauf zu bringen.

Das Auftragen und Einbrennen der Glasur.*)

§. 466. Das Auftragen der Glasur, Deck- oder Schlussmasse erfolgt ganz in ähnlicher Weise und mit gleicher Manipulation, wie bei der Grundmasse, nur ist grössere Accuratesse und Reinlichkeit wie bei

*) Vgl. von Mottoni a. a. O. S. 215.

der Grundmasse erforderlich. Eine Aenderung erleidet jedoch die Zubereitung der Schlussmasse (Emaille). Dieselbe wird, sobald das überflüssige Wasser von deren Oberfläche abgegossen, das Ammoniumcarbonat und das Magnesiasulfat eingeschüttet ist, nach erfolgtem Umrühren durch das allerfeinste Haarsieb mehrere Mal durchgesiebt und es wird darauf gesehen, dass dieselbe dickflüssiger sei, als die Grundmasse; eine Probe wird gemacht, indem man mit einem flachen Holzstäbchen die Masse gut umrührt und dasselbe herausziehend in eine waagerechte Lage bringt; nun bläst man auf die darauf haftende Masse und darf dieselbe, sobald sich Ringe bilden, nicht gleich zusammenfliessen, und wenn der hölzerne Stab in die Masse senkrecht in den Topf gestellt wird, so muss derselbe in der Schlussmasse einige Secunden stehen bleiben.

Sobald die aufgetragenen Geschirre getrocknet und vorgewärmt sind, wird an denselben, bevor man sie in den Brennofen einsetzt, mit einer kleinen Bürste, welche mit Eisendraht fest und dicht gebunden und eine Höhe von 40, und einen Durchmesser von 6 Mm. hat, am Rande die zu dick aufgetragene und etwas vorstehende Emaille abgebürstet und die bei dieser Gelegenheit in die Geschirre fallenden Emaillestaubtheile durch Umstürzen der Geschirre (auf den Kopf stellen) und leises Anklopfen mit einem Eisenstäbchen (damit der an der Gefässwand haftende Staub durch die Erschütterung abfällt) entfernt.

In Hinsicht des Einbrennens gilt das bereits bei der Grundmasse Erwähnte und ist zu beachten, dass beim Herausnehmen der Geschirre aus dem Brennofen die in den Geschirren eingebrannte Emaille eine dunkel citronengelbe Farbe hat, welche beim Erkalten immer mehr in das Weisse übergeht.

Bleibt das Geschirre zu lange Zeit im Ofen, dann brennt die Emaille an der Gefässwand an, wird ganz blasig und unansehnlich.

Ereignet es sich, dass flache Geschirre durch das Einbrennen sich ziehen (windschief werden), so werden

dieselben, gleich wie sie aus dem Ofen genommen werden, auf die in der Nähe des Ofens befindliche Richtplatte gelegt, mit Gewichten beschwert und verbleiben in dieser Lage bis zu ihrem völligen Erkalten.

Scharf eingebrannte Geschirre (deren Nachtheile eigentlich nur Schönheitsfehler sind, im Handel aber nicht gerne geduldet werden) sowie sonstige durch ein Versehen entstandene Fehler in der Emaille lassen sich nur durch vorheriges Ausklopfen der schadhaften Emaille wieder brauchbar herstellen (vorausgesetzt, dass die Geschirre keine Gussfehler haben) und werden dann nochmals wie rohes Geschirre behandelt.

Das Ausklopfen der Emaille erfolgt mit einem, auf beiden Seiten in entgegengesetzter Richtung zugeschärften, kleinen, aus Stahl gefertigten Pickhammer und erfordert diese Arbeit Zeit und Geschicklichkeit.

Das Theeren und Schwärzen der emaillirten Waaren.*)

§. 467. Nachdem die emaillirten Geschirre aus dem Brennofen entnommen und soweit erkaltet, dass sie noch mehr als handwarm sind, werden sie mittelst eines Borstenpinsels mit Steinkohlentheer angestrichen. Erkaltete Geschirre werden vorher im sogenannten Theerofen, welcher ähnliche Construktion wie ein Brennofen hat, vorgewärmt, indem sonst der Theer nicht hinreichend einzieht.

Wird Kochgeschirre eingebrannt, so muss, da ein solcher Brand stets aus mehreren hundert Stück besteht und die Geschirre ihrer geringen Eisenstärke wegen zu rasch erkalten, der grösste Theil derselben vorgewärmt werden, da der betreffende Arbeiter (Schwärzer) mit dem Abschwärzen nicht so rasch nachfolgen kann.

Die Werkzeuge und Utensilien beim Abschwärzen bestehen aus einem hölzernen Bock, worauf ein gusseiserner Tafelrost aufliegt, auf welchen die zu schwärzenden Geschirre gestellt werden; ein

*) Vgl. von Mottoni a. a. O. S. 229.

gusseiserner Behälter zur Aufnahme des Steinkohlentheers, welcher unter dem Tafelroste aufgestellt wird; einige Borstenpinsel zum Anstreichen, sowie mehrere leinene oder baumwollene Lappen.

Sollen besondere Gegenstände, z. B. grössere Kessel, $2^1/_2$—3 Meter lange und entsprechend weite Rohre u. s. w., emaillirt werden, so wird die Emaille, wie auch die Grundmasse, nur mit dem Pinsel aufgetragen und verbreitet, durch Nachstäuben den Ungleichheiten abgeholfen und das Brennen in einer entsprechend grossen Muffel vorgenommen. Sind die Gegenstände so lang, dass die Heizung der Muffel mit Schwierigkeiten verbunden sein würde, so emaillirt man zuerst die eine, dann die andere Hälfte, indem man die Hälfte des Gegenstandes aus der Muffel hervorragen lässt.

In dieser Art kann man auf Königin Marienhütte vielfach Rohrleitungen in den gewöhnlichen Baulängen hergestellt und stets ganz gute Resultate erhalten.

Noch ist anhangsweise das Emaillirverfahren zu erwähnen, was Oberhütteninspector Schott in Ilsenburg zuerst versucht hat, und was nachher als französische Erfindung in den technischen Zeitschriften auftrat: nämlich das Bestäuben der Gussformen mit einem Glasurpulver, das aus sehr feinem Quarz und einer leichtflüssigen Mischung bestand, die durch die Gusshitze flüssig gemacht, die betreffende Fläche des Roheisens mit einer dünnen Haut überzog.

ee) Bemerkungen über Ausdehnung und Grösse der Emailliranlagen.

§. 468. Die Emailliranlagen bestehen gewöhnlich aus mehreren aneinander stossenden Gebäuden, die derart gruppirt sind, dass die Geschirre oder die anderen Gegenstände des Emaillirens einen Weg von der Beitze bis zum Theeren machen, wobei allerdings die Einrichtung nicht zu umgehen ist, dass die mit Grundmasse versehenen Geschirre aus dem Brennraum wieder in den Auftrag- und Trockenraum zurück-

kehren, weil diese dreierlei Räume sowohl für die Grundmasse- als für die Glasurarbeiten besimmt sein müssen.

Es ist ein seltener Fall, wenn der Umfang der Fabrikation es gestattet, zwei Reihen von Muffeln zum Einbrennen herzurichten; gewöhnlich theilt man die Produktion in Brände ein und versieht jeden Brand zuerst mit der Grundmass, dann mit der Glasur.

Die Disposition einer Emaillirhütte für die Produktion von etwa 500,000 Stück Poterie, die anderen ungewöhnlicheren Artikel abgerechnet, wird in der Regel so getroffen, dass an einen hallenartigen Mittelbau, der in der Mitte einen Thorweg zur Anfahrt der geputzten und geschliffenen Geschirre hat, einerseits die Vorbereitung der Emaillirmaterialien, andererseits die Emaillirarbeit selbst in zwei langen, aber nur aus einem Erdgeschoss bestehenden Flügeln sich anschliessen.

Im Hofe können dann die gegen Witterungseinflüsse nicht empfindlichen Materialien, z. B. Quarz, Feldspath und Scherben aller Art gelagert werden, ebenso kann der Hofraum zum Aufstapeln des Emaillirausschusses benutzt werden, der stets ziemlich voluminös ist.

Von der Halle an, in der die Geschirre übernommen werden, reihen sich einerseits aneinander die Räume zum Beizen, Trocknen, Auftragen, Trocknen, Brennen und Theeren, dann das Magazin der fertigen Waaren mit Ausfahrt und das Comptoir; neben dem Comptoir, am Ende dieses Flügels, befindet sich das Laboratorium mit den in Truhen verschlossenen Emaillirmaterialien, Vorrichtungen zum Wägen u. s. w.

Auf der anderen Seite des Haupteinganges, doch vollkommen abgetrennt und nur von der Hofseite aus zugänglich, sind die Pochwerke und Mühlen zu disponiren, die von einem in der Ecke des Gebäudes stehenden Mechanismus ihre Bewegung erhalten.

Darauf folgen die Zinnascheöfen, Tiegelöfen für die Emaille und Magazinräume für Tiegel, feuerfeste Steine u. s. w., auch bringt man hier am besten den seltener gebrauchten grössten Muffelofen an.

Andere Emaillirhütten disponiren sämmtliche Werkstätten in zwei getrennte Hallen, von denen die eine die Vorbereitung der Materialien mit Laboratorium u. s. w., die andere die Emaillirarbeiten selbst, von der Beize bis zum Gusswaarenmagazin enthält.

§. 469. Ueber die Ausstattung der einzelnen Räume ist nicht viel zu sagen. Die Materialienmagazine müssen sauber gepflastert sein, um allen unnützen Staub zu verhüten. Jedes steinige Material wird — nach von Mottoni — am besten in gesonderte Verschläge oder in hölzerne Tonnen geschichtet, während das Chlorammonium, Borax, Magnesia, Minium, Salpeter, Soda und Zinkweiss in ihrer Originalverpackung verbleiben können. Tiegel und Tiegelfüsse, sowie die Grundnäpfchen werden auf hölzerne Etageren aufgestellt; es muss der Magazinraum hell und sehr trocken sein.

Die zubereiteten fein gemahlenen Materialien, wie Zinnasche, etwa vorräthige legirte Zinnstangen, die Schluss- und Grundmasse werden in dem neben dem Magazin befindlichen Laboratorium in gesonderten, gut verschliessbaren Behältern untergebracht und muss dieses Laboratorium gleiche Eigenschaften wie das Magazin besitzen.

In beide Räume hat nach allgemeinem Brauche ausser dem Direktor des Werkes nur der Emaillirmeister allein Zutritt.

Die Magazinräume der lagernden Geschirre müssen entweder gedielten oder gepflasterten Fussboden haben, je nachdem dieselben in Etagen oder Parterreräumen sich befinden. In letzteren ist darauf zu sehen, dass der Fussboden über der Hüttenflur etwas erhaben ist und mit gedeckten Zuglöchern versehen wird, vor allem aber ist Feuchtigkeit in allen Räumen besonders abzuhalten. Bei gepflastertem Fussboden stelle man die emaillirten Geschirre niemals direkt auf denselben, sondern gebe stets eine hölzerne Unterlage.

Interessant sind noch einige spezielle Notizen über ein ausländisches Emaillirwerk. Amerika hat

bedeutende Emaillirhütten für gusseiserne Geräthe und Gefässe: Iron II, 1873, S. 438, bringt z. B. eine Beschreibung einer solchen, die sich vorzugsweise mit glasirter Poterie und Gegenständen für chemische Fabriken befasst. Die Bauten der H. Hartje, Wiley & Co. stehen auf der Alleghanyseite zu Pittsburgh, Pa. und bestehen aus drei Etablissements, welche um einen Hof herum liegen, der nach der Strasse zu besonders abgeschlossen ist.

1) Giesserei, 200 Fuss auf 100 Fuss für 120 bis 140 Förmer, welche stets in einer Sorte Gusswaaren beschäftigt werden.
2) Emaillirwerk, 230 Fuss auf 50 Fuss mit Oefen zu 2000 Stück täglichem Einsatz.
3) Waarenlager, Bureau, Vollendungswerkstätten, Maschinenräume, zusammen in einem Hause von 280 Fuss auf 40 Fuss.

Summa der Transmissionswellen mehr als 400 Fuss.

In japanned ware (weisse und bunte ganz emaillirte Poterie vermuthlich) sind ganz neue Einrichtungen getroffen, welche es ermöglichen, täglich 3000 Stück Hohlwaare fertig zu stellen.

4) Von weiteren Verzierungsarbeiten an den Gusswaaren.

§. 470. Ausser den beschriebenen Methoden des Ueberziehens von Gusswaaren mit diversen farbigen, metallischen und nichtmetallischen Substanzen, sind einige andere Decorationsweisen zu erwähnen, die mehr darauf gerichtet werden, die metallische Fläche blosszulegen und dann durch Anlauf- und Beizprozesse zu färben, ohne den Metalleffekt zu zerstören, oder durch Einlegen von Gold und Silber durch Nielloarbeit u. s. w. einen besonderen Effekt hervorzubringen.

Da derlei Methoden meist geheim gehalten werden, so kann hier von wenig mehr denn wie Andeutungen die Rede sein.

Diese Oberflächenveredlung beginnt damit,

dass die rohe Gusswaare, nachdem sie sorgfältig geprüft worden ist, vorsichtig getempert wird, um dann einer Ciselirarbeit auf der ganzen Oberfläche unterworfen zu werden. Oft, zumal bei ornamentirten, krummen Flächen, z. B. auf den in Ilsenburg gegossenen Schalen, Schilden, Helmen u. s. w. wird nicht ciselirt, sondern nach dem Tempern und nachdem die Gusshaut abgebeizt worden ist, wird mit scharfen Drahtbürsten die ganze Oberfläche blank gemacht, wobei es nicht ausbleiben kann, dass in den Vertiefungen die Tönung matter ist, als auf den vorspringenden Flächen. Dieses giebt dann den schönen Effekt alter schmiedeeiserner Treibarbeit, wie sie an den mailänder und brüsseler Rüstungen bewundert wird.

Erhitzt man nun den Gegenstand, so kann man ihn anlaufen lassen; man geht damit so weit, bis die Färbung des Braunvioletten vorhanden ist und überzieht dann die noch heisse Gusswaare mit einem passenden Firniss oder reibt sie mit Steinöl ab.

Einen eigenthümlichen und brillanten Anblick gewährt das weisse und dann getemperte Gusseisen, wenn es vollkommen ciselirt ist und ganz weiss gelassen wird. Diese zwar theure, doch sehr effektvolle Bearbeitung ist auf Veranlassung des verstorbenen Bergrathes Schmidt, früheren Direktors der nunmehr eingegangenen königl. Eisengiesserei zu Berlin, zuerst in den Jahren 1866—68 versucht worden und erregte auf der akademischen Kunstausstellung im Jahre 1868, wo eine Vase mit Reliefsujets aus dem dänischen Kriege allgemein für eine Silberschmiedarbeit ausgegeben wurde, grosse Aufmerksamkeit. Goldeinlagen, wie sie im folgenden §. beschrieben werden, steigerten noch den Effekt und es wurde das originelle Kunstwerk allgemein bewundert.

§. 471. Die eingelegte Arbeit und das Niello erfordert bei Eisenguss eine vorherige Gravirarbeit; es müssen die vertieften und nach dem Innern der Eisenstärke sich erweiternden Linien und Ornamente

mit dem Ciselirstichel eingegraben werden. Dann werden sie mit dem Einlegematerial gefüllt; Silber und Gold werden in Form von Drähten oder Stäbchen hineingelegt und festgetrieben, während schwarze Füllungen, gewöhnlich durch Wachs- und Mastixmischungen dargestellt, eingeschmolzen und vertrieben werden. Den Schluss der Arbeit bildet dann das Abschleifen der Einlagen und der nächsten Flächentheile, worauf die erforderlichen Anlaufarbeiten u. s. w vorgenommen werden.

Es wird indessen nicht immer so werthvoll oder so solid gearbeitet, und es ist das auch für die Verbreitung eines besseren Decorationsgeschmackes bei Gusseisensachen von hervorragender Wichtigkeit. Lauchhammer hat, wie dies schon auf S. 376 dieses Bandes auseinandergesetzt worden ist, das grosse Verdienst, zuerst einen Weg betreten zu haben, der, ohne besondere Kostspieligkeit, doch schöne Resultate gegeben hat. Die nielloartigen Vertiefungen auf blanken Flächen sind hier schon im Modelle vorgesehen, so dass nur ein Nachfahren der Contouren mittelst des Stichels nothwendig ist, um zum Resultat zu gelangen. Dann werden dieselben Vertiefungen entweder mit schwarzem Lack angefüllt und leicht ausgerieben, oder man kleidet sie mit Blattgold in der gewöhnlichen Weise, d. h. auf einer Unterlage von starker Oelfarbe aus und polirt die Goldhaut mit Stahl oder Achat. Sind die Vertiefungen grösser und breiter, wie bei manchen Ofen- und Kaminwänden, so ist es keine eigentliche Nielloarbeit mehr, sondern eine Combination von Anstrich und Schliff.

Das Vollkommenste in den eingelegten Arbeiten hat indessen, wie schon angedeutet, die königl. Eisengiesserei zu Berlin geleistet; wo der verstorbene Ciseleur Vollgold mit seinen Söhnen und sein Nachfolger, Prof. Mencke, diese Dinge in höchster Vollendung ausgeführt haben. Wegen des hohen Preises waren derartige Kunstwerke allerdings schwer oder nicht verkäuflich, indessen wurden sie, wie die hervorragenden Produkte der

königl. Porzellanmanufaktur, als Präsente des regierenden Hauses an auswärtige Fürsten oder andere hohe Persönlichkeiten vielfach verwendet und der regierende König selbst erhielt an jedem Jahresanfang ein solches Kunstwerk als Geschenk präsentirt, an dessen Composition sich oft die hervorragendsten Kräfte der Residenz, von Schinkel an, namentlich Stüler, Stier, Strack u. A. betheiligt hatten.

Es ist zu bedauern, dass mit dem Verkauf der Eisengiesserei diese Veranlassung weggefallen ist, einen zwar nicht rentablen, doch aber ausserordentlich vervollkommneten Zweig der Kunstindustrie zu betreiben und damit die ausserordentlichen Vorzüge des Eisens neben der Bronce und den edlen Metallen zu zeigen.*)

*) Der Verfasser kann nicht umhin, an dieser Stelle, dem Andenken des verstorbenen Chefs der königl. Eisengiesserei zu Ehren, die hohe Anschauung, die der Verstorbene von dem Giessereibetrieb im Allgemeinen und im Besonderen hatte, hervorzuheben.

Bergrath Schmidt war ein Mann, dessen Kenntnisse und Energie viel dazu beigetragen haben, der Berliner Eisengiesserei unter ihren z. Th. viel grösseren und umfangreicheren Concurrenten eine ausgezeichnete Stellung zu erhalten. Er sah allerdings das Ende voraus, als das grosse Grundstück des Etablissements mehr und mehr von Neubauten des sich erweiternden Berlins umgeben wurde und allmälig in ein Speculationsobjekt sich zu verwandeln drohte, aber er kämpfte bis zu seinem Tode für die Erhaltung der Anstalt, auf deren Terrain noch 1868 das von dem Verfasser und dem Bergeleven Köhler, unter Leitung des Oberbergraths Hauchecorne, aufgestellte Berg- und Hüttenmuseum errichtet wurde.

Das lebhafteste Interesse für den Fortschritt seines Lieblingsfaches und der rege Antheil an den hauptsächlich durch einen längeren dienstlichen Aufenthalt auf der Anstalt (1859 bis 1861) angeregten Arbeiten und Forschungen des Verfassers, hatten zwischen dem Bergrath Schmidt und dem ersteren ein engeres Verhältniss technischer Natur gebildet, das mit der Berufung des Verfassers nach Aachen zwar gelockert werden, aber erst mit Schmidt's Ableben enden konnte.

B. Beschreibung besonderer Arbeiten und einzelner Fabrikationszweige.

§. 1. Wie auf Seite 2 dieses Bandes bereits angedeutet, wird die systematische Betrachtung des allgemeinen Verlaufs und Ganges des Giessereibetriebes, welche den Inhalt der eben abgeschlossenen Hälfte dieses Abschnittes ausmacht, vervollständigt durch Beschreibungen einzelner besonders wichtiger und neuerdings mehr durchgebildeter Arbeiten. Es sind hier vor allen diejenigen Zweige des Giessereibetriebes berücksichtigt, welche auf der Anwendung besonderen Materiales, oder auf der Benutzung eigenthümlicher Kunstgriffe und Fabrikationsmethoden beruhen und darin von der allgemeinen Chablone der Arbeit abweichen, wie sie in den vorstehenden §§. erläutert worden ist.

Um die Arbeiten, die zu schildern sind, zu gruppiren, kann man den Stoff nach Grundsätzen eintheilen, die Bezug auf die Behandlung des Materiales haben. Man würde dann die Arbeiten unterscheiden, bei denen eine besondere Veränderung des Materiales nicht eintritt, von den Arbeiten, welche ohne eine derartige Veränderung des Materiales nicht bestehen können. Bei der ersten Gruppe liegt dann der Schwerpunkt der Beschreibung in den Manipulationen der Förmerei selbst, während der Schmelzprozess zurücktritt; bei der anderen Gruppe kommt das Material und seine Veränderung direkt in Frage.

Currentguss aller Art, Poterie, Oefen, Rohre, selbst Feinguss und schwerer Lehmguss kommen in die erste Gruppe — während Geschützguss, Walzenguss, Guss von Eisenbahnartikeln, schmiedbarer Guss in die zweite Gruppe gehören.

Die Beschreibung umfasst in dieser Abschnitthälfte alles, was zur Darstellung der bezüglichen Gusswaaren wichtig genug ist. Wo ein besonderes Ein-

gehen auf Dispositionen, Schmelzmaterialien u. s. w. nothwendig erscheint, wird dasselbe statthaben. Es ist eine Reihe kleiner Monographien, die dem Leser vorgelegt werden und deren Umfang durch den zugemessenen Raum leider abgegrenzt ist.

Ausser den beiden Gruppen von Arbeiten ist noch eine dritte zugefügt, welche bestimmte Ausführungen enthält, die sich an keine der genannten Gruppen anschliessen lassen, z. B. das Umgiessen von Metallen mit Roheisen, das Anschweissen u. s. w.

Es zerfällt hiernach diese Hälfte des III. Abschnittes in folgende Theile:

Abtheilung a. Beschreibung solcher Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine besondere Rücksicht auf Veränderungen des Materiales nicht genommen zu werden braucht.

Abtheilung b. Beschreibung solcher Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine Veränderung des gewöhnlichen Materiales von vorn herein nothwendig ist oder nach dem erfolgten Guss stattzufinden hat.

Abtheilung c. Beschreibung besonderer Vorgänge bei dem Giessereibetrieb, welche in keine der vorher behandelten Abtheilungen gehören.

Abtheilung a. *Beschreibung solcher Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine besondere Rücksicht auf Veränderungen des Materiales nicht genommen zu werden braucht.*

§. 2. Die hierher gehörigen Arbeiten, welche bei der systematischen Darstellung der Förmereiarbeiten vorwiegend als Beispiele gedient haben, sind nur auf einzelnen Werken zu einer solchen Virtuosität ausgebildet worden, dass daraus bedeutende Verbesserungen des allgemeinen technischen Prozesses hervorgegangen sind. Selbst in solchem Falle beruht die Verbesserung, namentlich die gesteigerte Leistungsfähigkeit des Fabrikationsprozesses, mehr auf einer scharfsinnigen Organisation der Arbeit, als auf tech-

nischen Mitteln; die letzteren treten mehr in der nächsten Abtheilung auf.

Diejenigen Branchen, welche hier vor allem erwähnt werden müssen, sind:

1) Der gewöhnliche Handelsguss, Platten, Roste, Oefen, Poterie und derartige Dinge.
2) Der Guss von eisernen Röhren zu Wasser- und Gasleitungen.
3) Der Bauguss, einschliesslich Treppen u. s. w.
4) Der Feinguss.
5) Der ordinäre Maschinenguss einschliesslich der Armaturen.
6) Der massive Guss aus gewöhnlichem Eisen, Chabotten u. s. w.

Manche von diesen Arbeiten werden nur ganz kurz erwähnt, weil bei der systematischen Besprechung der Giessereiarbeiten bereits derartige Fälle abgehandelt worden sind. — Andere verdienen eine ausführlichere Erwähnung. Immerhin aber werden nur charakteristische Eigenthümlichkeiten angeführt und damit gleichzeitig tiefere Einblicke in die Organisation derartiger Arbeit gewährt, welche das Material des IV. Hauptabschnittes des Buches vorbereiten und ergänzen.

1) Der gewöhnliche Handelsguss, Platten, Roste, Oefen, Poterie und verwandte Gegenstände.

§. 3. Die mechanischen Förmereiprozesse dieser Artikel sind in dem vorhergehenden Abschnitte ausführlich beschrieben. Für den Herdguss, den zwei- und mehrtheiligen Kastenguss sind die Beispiele vorwiegend aus dem Bereich des Handelsgusses genommen worden, so dass hier nur allgemeinere Bemerkungen über Formsandmischung u. s. w. nothwendig sind.

Für Platten, Roste, Ofenthüren und Zargen, also für plattenförmige, flache Gegenstände sind meist Sandmischungen von mittlerer Plasticität zu wählen. Man braucht nicht so ängstlich auf Porosität zu sehen, da sich das Metall meist in einer Fläche

ausbreitet, welche in direkter Verbindung mit der Trennungsfläche der Kastenhälften steht und dieser meist parallel ist. Dagegen ist, sobald Verzierungen an den betreffenden Gegenständen auftreten, eine besondere Feinheit des Sandes zu erstreben; man kann dieses durch Einmischen gebrauchter Feinmasse oder durch Zermahlen des rohen und gebrauchten Sandes bewirken.

Für Hohlguss, also Poterie, Wasserpfannen, Kessel, Ofentheile, Ausgusstrichter u. s. w., wo ein voluminöser Sandkern stehen bleibt und von dünner Eisenschale umgeben wird, ist es wichtig, diesen Sandkern möglichst porös zu machen und ihn doch so herzurichten, dass er vom Guss nicht angegriffen und abgeschwemmt wird.

Man macht dazu einen besonders mageren Sand, aus gewöhnlichem Formsand, mit einem grossen Antheil bereits gebrauchten Sandes bestehend, zurecht und verleiht ihm nur durch die zulässige Feuchtigkeit und etwas Kohlenstaub die erforderliche Plasticität.

Solche Formen müssen rasch abgegossen werden, weil durch längeres Stehen der Sand trocken wird und die Haltbarkeit verliert. Die vollendetste Composition dieser Art wird in Lauchhammer angewendet, wo die Poterie- und Ofenförmerei einen hohen Grad der Ausbildung erreicht hat.

Die Modelle sind alle von Metall, für einfache und glatte Sachen von Eisenblech, Eisenguss, für Töpfe und Ofentheile von Metallguss, Eisenblech (gestanzt) und Eisenguss, für verzierte Sachen ausschliesslich von Metallguss. Bei sorgfältiger Controle kann man indess fast immer mit eisernen Modellen auskommen, seien sie nun von Blech geschlagen oder von Eisen gegossen.

Das gelegentlich der Modellanfertigung im 1. und 2. Band bereits Gesagte ist besonders anwendbar auf das Bedürfniss des Currentgusses.

§. 4. Die grosse Verschiedenheit der hierher gehörigen Gegenstände und die nothwendige Massenproduktion von diesen Handelsgusswaaren erfordert, um Bedeutendes mit einer geringeren Anzahl von

Arbeitskräften und auf einem geringen Raum leisten zu können, eine Vertheilung der Arbeit.

Während eine Arbeitergesellschaft nur Platten und Roste macht, fertigt die andere die Poterie und den dünnen Hohlguss an; eine dritte beschäftigt sich mit dem Ofenguss und eine vierte mit den verzierten Gegenständen, besonders den Ofenthüren und Zargen. Auch innerhalb dieser Arbeitergruppen muss die Theilung aufrecht erhalten werden; der Vorsteher dieser Kameradschaften hat darauf zu sehen, dass die einzelnen Artikel möglichst immer denjenigen zugewiesen werden, welche dafür eine grosse Geschicklichkeit zeigen.

Die Poterie z. B. kann zerfallen in leichte Poterie — unter einem bis zwei Liter Inhalt — in mittlere Poterie — von zwei bis zehn Liter Inhalt — und in schwere Poterie — über zehn Liter Inhalt; man giebt den Burschen und Lehrlingen die leichte, den älteren Förmern die mittlere Poterie und besonders starken und geschickten Leuten die schwere Poterie. Die Zahl der Arbeiter ist abhängig von dem Bedarf und der möglichen Leistung eines Mannes; es muss dazu eine Statistik der Leistungen aufgestellt werden, von der im Bezug auf die gewöhnlichste und verbreitetste Topfform, dem auf Taf. XVI., Fig 21 veranschaulichten Bauchtopf, im Nachfolgenden ein aus früheren Leistungen der Gleiwitzer Giesserei abstrahirtes Beispiel gegeben werden soll.

Ein Förmer formte in einer Schicht von 8—9 Stunden:

Bauchtöpfe	von	1— 2	Liter	25—30	Stück,	
„	„	3— 4	„	20—22	„	
„	„	5— 6	„	16—18	„	
„	„	7— 9	„	12—14	„	
„	„	10—11	„	10—11	„	
„	„	12—13	„	9	„	
„	„	14—15	„	8	„	
„	„	16—17	„	7	„	
„	„	18—19	„	6	„	
„	„	20—24	„	4—5	„	u. s. w.

Die sogenannten graden Töpfe (Taf. XVI., Fig. 14 und 15) und verwandte Formen mit leichter Ausweitung des Randes, sogenannte österreichische Töpfe erfordern, weil sie im dreitheiligen Kasten geformt werden, weniger Arbeit und es kann die Leistung bei der Herstellung solcher Töpfe ungefähr gleich 125—130 Proc. der vorher aufgeführten Produktivität in Bauchtöpfen angenommen werden.

Die weniger currenten Formen, z. B. Ringtöpfe zum Einhängen in Oefen, Kasserollen, Schüsseln, Bratpfannen u. s. f., kurz alle die aus den Poterieverzeichnissen der verschiedenen Hütten ersichtlichen übrigen Formen sind hierbei weniger zu berücksichtigen, als die ordinären Töpfe.

§. 5. Der schwere Hohlguss, d. h. Ofentöpfe, Grapen, Kessel, Wasserpfannen, Ausgüsse u. s. f. beanspruchen eine durchaus andere Thätigkeit, als die gewöhnliche Poterie; es kommt hierbei weniger auf grosse Eile an, da die Gegenstände schwerer und in Folge dessen theurer sind. Durch den Umfang der Formen werden dieselben schwer beweglich und man muss fast immer zu zweien an diesen Dingen arbeiten; mindestens ist jedem Arbeiter ein starker Lehrbursche beizugeben. Die Anwendung des Krahns ist indessen unter allen Umständen zu vermeiden, weil dieselbe viel zu zeitraubend ist und auch noch andere Missstände für das exacte Gelingen der Operation mit sich führt.

In welcher Weise sich die Leistung hier im Verhältniss zum Inhalt der Gefässe stellt, geht aus folgender Darstellung der Resultate für Ofentopfförmerei hervor, wie sie in Gleiwitz im viertheiligen Kasten betrieben wurde.

Ein Förmer mit einem Burschen formt in 8 bis 9stündiger Schicht:

Ofentöpfe von 1 Kanne*) Inhalt 12 Stück

*) Die Kanne, ein altes schlesisches Maass, wird fast noch immer zur Bezeichnung des Inhaltes von grösserem Hohlguss gebraucht; eine schlesische Kanne entspricht ungefähr 16 Quart älteres Maass, also nahezu der gleichen Anzahl Liter.

Ofentöpfe	von	2	Kannen	Inhalt	10	Stück,
"	"	3	"	"	8—9	"
"	"	4	"	"	6—7	"
"	"	5	"	"	6	"
"	"	6	"	"	5	" .
"	"	7	"	"	4	"

Bei Kesseln, wie sie z. B. am Rhein viel angefertigt werden (der alte Preiscourant von Sayn weist 37 Nummern mit Inhalt von einem bis zu 194 Quart und Gewichte von zwei Pfund bis fast zwei Centner auf) ist die Arbeit einfacher, da sie nicht bauchig sind und in einem zweitheiligen Kasten geformt werden können.

Besonders wirksam ist bei der Kesselfabrikation die Anwendung von gefächerten Kernkörben, die am Kasten angeschraubt sind und eine ausserordentlich sichere Manipulation gestatten. Diese Einrichtung, welche z. B. in der Römheld'schen Giesserei auf dem Gartenfeld bei Mainz sehr gut ausgebildet ist und welche der Verfasser auch noch auf der Concordiahütte bei Oendorf gesehen, gestattet den Guss sehr schwerer und im Boden starker Kessel, die man sonst nur in Lehm auszuführen wagt. Herr J. Römheld fabricirt mittelst dieser Methode Kessel mit vollkommen dichtem Boden, die zu allerlei chemischen Zwecken vortheilhaft gebraucht werden können.

Die Wasserpfannen, mit geraden und gekrümmten Wänden, die Pferdetränktröge u. dergl. mehr gehören in die gleiche Kategorie und werden meist im drei-, selten im viertheiligen Kasten geformt. Das Sortiment derselben ist nicht gross, so dass derselbe Arbeiter die verlangten Grössen ohne Schaden für seine Leistungsfähigkeit herstellen kann.

Etwas schwieriger sind die Küchenausgüsse und verwandte für öffentliche Orte verwendbare Gegenstände — besonders dann, wenn daran Wandplatten zum Anschrauben des Ganzen angegossen werden müssen; der Bedarf ist hier aber auch nicht so gross, dass besondere Vorkehrungen zu treffen wären.

§. 6. Die Oefen, Ofenthüren und Zargen

sind in der Anfertigung von der Poterie dadurch etwas unterschieden, dass das Decorative hierbei zum ersten Mal in den Kreis currenter Arbeit tritt, ohne doch die Vorhand zu gewinnen.

Alle decorirteren Gegenstände, z. B. die durchbrochenen Ofen- und Kaminmäntel, die Sachen für Schliff- und Nielloverzierungen sind ausgeschlossen und bilden den Uebergang zum Kunstguss, der wieder ganz andere Anforderungen an Material und Arbeit stellt.

Bei der Anfertigung der in fast zahllosen Varietäten vorkommenden Oefen sind vorzugsweise dreierlei Ofenkörperformen zu unterscheiden:

cylindrische Oefen aus mehreren auf einander gesetzten Stücken bestehend, bei denen die Kreisform immer die Grundlage des Querschnittes bildet;

viereckige, d. h. rechtwinklig aus Platten zusammengesetzte oder aus einzelnen prismatischen Mantelstücken bestehende Oefen, meistens auf Füssen stehend und in der äusseren Gestaltung mannigfaltig combinirt;

anders geformte Oefen, prismatische Oefen, sowie Oefen mit geschweiften Mänteln, reicher, oft durchbrochener Ornamentirung; Schranköfen, Mantelöfen, Kaminöfen u. s. w.;

zusammengesetzte Formen, Oefen mit cylindrischem Feuerraum und kastenartig erweitertem Obertheil, um eine grössere Ofenplatte zu erzielen; Sparöfen, Saarlouisöfen u. A.

Es treten hierbei zu der Rücksicht auf das Arbeitsverfahren der Sandförmerei auch Rücksichten auf die leichteste und billigste Zusammenstellung, auf die Leichtigkeit des Auswechselns der vorzugsweise vom Feuer berührten und deshalb rascher alterirten Stellen u. s. f.

Der Haupttheil aller Oefen ist immer der mittlere oder obere Mantel, ein cylindrisches, prismatisches oder prismatoidisches Stück, das im drei- oder viertheiligen Kasten dargestellt

werden muss. Das nächstgrössere Stück ist der Feuerkasten, von dessen Herstellung die Formen, Fig. 23, 24 und 25, Taf. XVI., einen Begriff geben. Ornamente dieser Stücke müssen der Vereinfachung wegen auf dem glatten Körper des Gegenstandes lose befestigt sein, um in der Form sitzen zu bleiben und einzeln herausgenommen werden zu können.

Bei diesen ornamentirten Sachen ist rücksichtlich des Sandes zu bemerken, dass es gerathen ist, die Kerne magerer und den Mantel der Form dichter zu halten, wobei natürlich für guten Luftabzug zu sorgen ist.

Im Gegensatz zu dem bei der Poterie stattfindenden Verfahren ist hier die Darstellung luftiger Kerne leichter, weil die Kerne nie ganz von Eisen umschlossen sind, sondern an den Ober- wie an den Unterkasten anstossen und sich mit der Masse in denselben verbinden; man kann deshalb die Luft hindurch nach aussen leiten.

Die Eingüsse müssen so disponirt sein, dass sie möglichst in der Achse des Gegenstandes eintreten, um auf allen Seiten eine gleich rasche Füllung hervorzubringen; auch kann man sie direkt auf der Peripherie vertheilen.

2) Der Guss von eisernen Röhren zu Wasser- und Gasleitungen.

§. 7. Der Röhrenguss ist durch die Ausdehnung der Städte ein wichtiger Artikel der Eisengiessereien geworden und hat aus diesem Grunde auch eine sehr starke Ausbildung zum Currentguss erhalten.

Das alte Förmereiverfahren hat überall aufgehört, wo man Röhren als stehenden Artikel fabricirt und sowohl die vollendete Arbeitstheilung als auch die technische Vervollkommnung der Methoden haben den Röhrenguss in zehn Jahren zu einer hohen Stufe der Vollendung geführt.

Nachdem das Verfahren des liegenden Gusses längere Zeit hindurch auch selbst im grossen Maassstabe betrieben worden war — haben die Anforde-

rungen der Construkteure und Gastechniker an die Röhren allmälig eine Steigerung erfahren, welche zur ausschliesslichen Anwendung des stehenden Gusses führte und zur raschen Darstellung getrockneter Formen.

Man unterscheidet deshalb jetzt hauptsächlich drei Methoden:

aa) die Röhren werden liegend mit der Hand geformt und stehend gegossen;

bb) die Röhren werden stehend mit der Hand geformt und stehend gegossen;

cc) die Röhren werden stehend mit Maschinen geformt und stehend gegossen.

Diese drei Methoden concurriren thatsächlich mit einander und sind alle drei durch ganz neue Anlagen repräsentirt, die Vorzügliches leisten und zu weiteren Erwartungen berechtigen.

An der Spitze der Leistungsfähigkeit stehen leider noch immer die französischen Giessereien, deren Produkte erst wieder auf der Wiener Ausstellung grosses Aufsehen erregten und Sorgfalt der Ausführung neben sehr starker Leistung zeigten.

Das Verfahren aa) ist wesentlich deutschen Ursprunges und in der vollendetsten Gestalt von den Herren Jakobi in Kladno und Cramer in Königin Mariahütte ausgebildet.

Die beiden anderen Methoden stammen aus Frankreich; bb) ist in der grossen Röhrenfabrik von Haldy, Roechling & Co. zu Pont-à-Mousson, cc) ist in der Giesserei zu Marquise im Departement Pas de Calais eingeführt und von da aus in andere Hütten, auch nach Deutschland, übergegangen. *)

Nach der Betrachtung der drei Methoden empfiehlt es sich, noch unter

*) Es ist zu bedauern, dass Rücksichten es verbieten, in das Detail der Vorrichtungen so einzugehen, wie es eigentlich von Interesse wäre und Zeichnungen der Apparate und Einrichtungen zu geben; allein unsere unvollkommene Patentgesetzgebung mag entschuldigen, dass zurückhaltend verfahren wird.

dd) die Fabrikationsresultate zu vergleichen und einige Details der Röhrenfabrikation, sowie unter
ee) das Fertigmachen der Röhren zu betrachten.

aa) Die Rohrfabrikation mit liegender Förmerei und vertikalem Guss.

§. 8. Das Verfahren in seiner ersten Gestalt weicht nicht ab von dem gewöhnlichen Masseguss-verfahren. Ein zweitheiliger Kasten wird über einem in einem Modellbrett liegenden eisernen Modell in der gewöhnlichen Weise vollgestampft und nach Herausnehmen des Modelles getrocknet, mit einem Lehmkern versehen und senkrecht oder in sehr steiler Schräge in eine Dammgrube gebracht.

Soweit ist das Verfahren, mit Ausnahme der Trocknung und des vertikalen Gusses, nicht verschieden von der Röhrenförmerei in gewöhnlichem Sand, wie sie z. B. 1862—65 in Gleiwitz durch den Verfasser bis zu einer recht guten quantitativen Leistung ausgebildet worden war.

Nur treten der Sandförmerei gegenüber die Nachtheile des stärkeren Inventars auf, denn eine Tagesproduktion von beispielsweise 24 6zölligen, 30 5zölligen, 40 3zölligen und 60 2zölligen Röhren — erfordert im Sandguss $24 + 30 + 40 + \frac{60}{2} = 124$ Formkasten, während zu einer gleichen Leistung im Masseguss 124 Formkasten gussbereit und 124 in der Darrkammer sich befinden müssen. Demnächst sind die Formkasten für vertikalen Masseguss wesentlich schwerer zu machen und deshalb ohne Krahn nicht manipulirbar, während es dem Verfasser ganz gut gelang, so lange er noch mit dem Sandguss auskam, auch die Kasten für die 6zölligen Rohre so einzurichten, dass sechs Mann den halben Kasten mit Modellbrett und Modell bequem wenden konnten.

Eine starke Leistung im stehenden Guss erfordert mithin entweder ein sehr bedeutendes Inventar und in Folge dessen auch einen Mehrbedarf an Platz und an Arbeit oder die Anlage von besonderen

Apparaten und Betriebserleichterungen im Bewegen der Formkasten und im Trocknen derselben.

Während die auf einem verhältnissmässig bedeutenden Areal etablirten Röhrengiessereien in Bayenthal und auf der Friedrich Wilhelmshütte bei Mühlheim a. d. Ruhr die erstgenannten Forderungen leichter erfüllen konnten, befand sich die zwischen den übrigen Werksanlagen eingeklemmte und auch sonst ungünstig situirte Giesserei der Königin Marienhütte in der entgegengesetzten Lage und musste gleich von Anfang an mit der Vergrösserung des Röhrengusses eine Vervollkommnung desselben anstreben. Trotzdem musste in den letzten Jahren daran gedacht werden, die Erweiterung der Röhrenfabrikation in dem alten Werke aufzugeben und eine neue Giesserei ausschliesslich zur Massenfabrikation von Röhren einzurichten, und dabei die Erfahrungen im raschen Formen, Trocknen u. s. w. zu verwerthen.

§. 9. In der alten Giesserei auf Königin Marienhütte war die Dammgrubendisposition der Art, dass an zwei oder drei Krahnen eine ringförmige Dammgrube von der Ausdehnung eines Quadranten angebracht war und es wurden von dem Krahn die Kasten mit den Kernen versehen, also die fertig getrocknete und zusammengesetzte Form in die Grube gestellt und dann abgegossen.

Die erste Aenderung war der Versuch, die Formen in der Dammgrube zu trocknen, die zweite Aenderung der Versuch, dieses mit Gas zu thun. Die Dammgrube wurde in Folge dessen mit radial gestellten gusseisernen Trägern überbrückt, die immer paarweise einen Kasten zwischen sich nehmen konnten. Diese Träger trugen Lager, in denen Zapfen des Unterkastens, die nicht ganz in der Mitte standen, eingehängt werden konnten. Die Kasten konnten nun, in diesen Lagern hängend, nach Belieben vertikal (mit stabilem Gleichgewicht) oder horizontal mit untergeschobener Querstütze gestellt werden. Um die Be-

wegung ausführen zu können, wurde die Dammgrubenwand auf der äusseren Seite abgebrochen und in Stufen abgesetzt. Es wurde nun das Rohr bei horizontaler Stellung des Kastens eingeformt, wobei der Unterkasten mit einer Platte verschlossen war und das Modell genau in die Kernluftöffnungen passen musste. Dann wurde das Modell herausgenommen, der Kasten wieder zusammengesetzt, umgekippt und getrocknet.

Das letztere geschah dadurch, dass ein unter der Bodenfläche der Dammgrube hinziehender Gaskanal die Produkte eines einfachen Rostgenerators (mit Unterwind) aufnahm und durch verschiedene Oeffnungen nach oben hin abgeben konnte. Die Verschlüsse dieser Oeffnungen wurden weggenommen, blecherne Trichter darüber gesteckt, welche den Gasstrom in die Formkasten leiteten und der Gasstrom nun entzündet. Das Trocknen ging von Anfang an gut von Statten und waren die Kasten stets in mindestens $1^1/_2$ Stunde abgetrocknet (auch bei sehr starken Röhren von 330 Millimeter Durchmesser und 3 Meter Länge). Hauptsache ist, die Entzündung beim Eintreten der Gase in das Rohr zu bewirken; deshalb muss der Anschluss der Trichter an den Formkasten nicht zu dicht sein.

Nach dem Trocknen hebt man die Kasten wieder, nimmt sie auseinander, legt die Kerne ein, macht zu, verschraubt vollständig, senkt wieder ein und giesst.

Die Ersparniss an Brennstoff gegen den Darrkammerbetrieb ist sehr bedeutend; während der letztere per 18 Stück Rohrformen 14 Scheffel besseren Brennstoffes absorbirt, verlangt der Generatorbetrieb in $1^1/_2$ Stunden nur $7^1/_2$ Scheffel Cokescinder. Noch bedeutender ist aber die Zeitersparniss, denn anstatt $1^1/_2$ Stunden sind mindestens 6—8 Stunden Darrkammerbrand erforderlich, um den gleichen Effekt zu erzielen und dann absorbirt der Transport in und aus der Kammer mehr Zeit, als das Zu- und Aufmachen der Kasten vor und nach dem Trocknen mit Gas.

Die Generatorenanlage besteht wesentlich aus

dem 85 Centimeter weiten, circa 4 Meter hohen Generator mit Trichterverschluss an der Gicht, einem seitlich abgehenden horizontalen Gasrohr, dann einem verschliessbaren senkrechten Gasrohr, das auf einem Waschapparat steht; über dem Wasserspiegel zweigt sich das Leitungsrohr nach der Dammgrube ab. Das letztere, wie auch das erste, aus dem Gasometer führende horizontale Rohr, ist mit Explosionsklappe versehen und es macht die einfache und doch, wie der mehrjährige Erfolg zeigt, höchst zweckmässige Anwendung dem Erbauer, Herrn Giessereiverwalter Cramer, alle Ehre.

§. 10. Eine Erweiterung der Leistungsfähigkeit in der alten Giesserei, die sich direkt auf die Rohrfabrikation bezieht, ist noch zu erwähnen, nämlich die Umgehung der Modelle bei stärkeren Rohren und das Chabloniren der Röhren in Masse, das auf S. 587 dieses Bandes bereits erwähnt ist.

Herr Cramer entschloss sich, bei der Fabrikation schwerer Röhren die Arbeit abzukürzen und die Genauigkeit durch Vermeiden leichtquellender Holzmodelle dadurch zu steigern, dass er unter Berücksichtigung der Gastrocknung das Chabloniren in Masse für diese starken Röhren anwendete. Nachdem die Kasten in bekannter Weise mit Masse vollgestampft und nach der Chablone vollkommen ausgeschnitten worden sind, wird die Form zunächst mit fetterer Substanz, einer lehmartigen Mischung, auschablonirt und darauf direkt die magere Masse gethan, welche die Formwand zu bilden hat. Dieselbe ist sehr fein präparirt und in dickteigigem Zustand, so dass sie trotz ihrer Magerkeit keine Zerreissungen beim Passiren der Chablone geben kann; sie wird so wenig nass als möglich behandelt, um die Trocknung nicht zu erschweren und das Schwinden nicht zu sehr zu steigern. Wollte man jetzt die Form zusammensetzen und umkippen, so würde doch eine Verdrückung statthaben; man übertrocknet deshalb in horizontaler Lage mit Kohlenkörben und trocknet mit Gas fertig, sobald die Masse oberflächlich fest zu sein beginnt. Das Zu-

sammensetzen und Trocknen dauert dann nur noch eine Stunde, so dass das Trocknen mittelst des Kohlenkorbes nicht als Mehrausgabe oder Vergeudung erscheint.

Die so dargestellten Röhren entsprechen allen Anforderungen, die man an nicht mit Maschinen geformte Röhren stellen kann, von den Maschinenröhren werden sie allerdings übertroffen, aber auch nur von diesen. Die anderen Masseröhren haben ein viel weniger gleiches Aussehen, ebwohl an beiden die Naht mehr oder weniger sichtbar ist. Dagegen unterscheiden sich die Cramer'schen Röhren von den anderen durch eine sehr gleichmässige und sehr glatte Oberfläche und grosse Haltbarkeit.

Was übrigens die Unterbringung mehrerer Röhren in einem Kasten anbetrifft, so formt Herr Cramer:

Röhren von 330 Millim.	je eins in einem Formkasten,
„ „ 300 „	
„ „ 260 „	
„ „ 200 „	je zwei „ „ „
„ „ 180 „	
„ „ 150 „	
„ „ 125 „	je drei „ „ „
„ „ 120 „	
„ „ 100 „	je vier „ „ „
„ „ 80 „	
„ „ 75 „	
„ „ 60 „	
„ „ 50 „	je zwei „ „ „
„ „ 35 „	

§. 11. Da die Anlage ringförmiger Dammgruben ihre Unbequemlichkeit hat und da es bei einem Neubau angemessen schien, allen bei der bisherigen Einrichtung gemachten Erfahrungen Rechnung zu tragen, hat Herr Cramer bei dem Entwerfen seiner neuen Rohrgiesserei die Anlage von 5—6 gradlinigen Dammgruben durchgeführt und über denselben bewegliche Winden auf festen Gitterträgern

angeordnet, um sie durch Dampfmaschinen betreiben zu können.

Es sind Krahne mit Transmissionsbetrieb, welche für jede Dammgrube sich wiederholen und zu allen Funktionen des Formens und Herausnehmens der Rohre, wie auch zum Heben des Eisens benutzbar sind.

An die Halle, in welcher die Dammgruben sich befinden, stösst einerseits eine kleine Halle mit Generatoren und andererseits eine grössere Halle mit den Vorkammern für die Kerne, dem Cupolofen und den Nebenräumen zum Vorrichten des Formmaterials, den Lehmmühlen u. s. w.

Der ganze Plan ist sehr gut ausgedacht und auch die Details sind ausserordentlich fein; z. B. liegen die Zapfen der Kasten in einem rahmenartigen Gerüst, das auf vier an den Dammgrubenrändern eingelagerten Rollen sich verschieben lässt.

Wenn also der Kasten waagerecht gelegt und vollgestampft werden soll, hebt man das niederhängende Ende, rollt den Rahmen soweit nach der einen Seite, dass jenes Ende über den Rand der Dammgrube ragt und lässt es auf diesem Rand sicher aufruhen. Man kann dann jede Arbeit darauf mit Sicherheit ausführen, ohne wie in der alten Hütte Etwas unterlegen zu müssen.

Die Gascanaldisposition, die Anlage der Schienenwege, die Kerntrocknung, alles arbeitet ohne die geringste Schwierigkeit einander in die Hand, so dass vergebliche Transporte, Rückbewegungen u. s. w. kaum vorkommen.

Eine ähnliche doch weniger vollkommene Einrichtung ist die von Direktor Jacobi in Kladno angeordnete, welche eine Beschreibung in Kick's technischen Blättern 1872 S. 37 erfahren hat. Man kann sich dort über derartige Anlagen ganz gut orientiren, obwohl für bestimmte Verhältnisse die Königin Marienhütter Disposition unbedingt vorzuziehen ist.

bb) Die Röhrenfabrikation mit stehender Handförmerei und vertikalem Guss.

§. 12. Das Auf- und Zumachen der Kasten, nach dem eben besprochenen Princip, besonders aber unter Anwendung der Darrkammerheizung gab früher schon Veranlassung, die Röhren in einem nicht getheilten Kasten einzuformen und sich dabei eines vollkommen glatten genau vertikal stehenden Modells zu bedienen.

Nach vielen Versuchen verschiedener Art wurde die Sache besonders auf den lothringischen Giessereien, an der Spitze die Anstalt von Haldy, Röchling & Co. in Pont-à-Mousson, zu einem sehr vollkommenen Verfahren ausgebildet, das sich im Wesentlichen aus den nachstehenden Operationen zusammensetzt.

In einer geradlinigen Dammgrube von oblongem Querschnitt stehen auf Untersätzen mit Eisenverschluss die cylindrischen, oben trichterartig sich erweiternden Formkasten in beliebiger Anzahl nebeneinander. In diesem Formkasten wird ein an einer Krahnkette aufgehängtes Rohrmodellstück, also ein cylindrisches Eisenstück mit conischem Ansatz auf der Unterseite, dem Modell der Kernauflager, eingestellt und durch den Verschluss, der in der Mitte eine Oeffnung hat und mit dem Formkasten angeschraubt ist, centrirt. Dann wirft ein Arbeiter fetten Sand in den Kasten und andere Arbeiter stampfen den Sand um das Modell herum fest, bis es vollständig eingehüllt ist; man zieht nun mittelst des Krahns das Modell ein Stück in die Höhe, schüttet wieder Sand ein und umstampft aufs Neue u. s. f., bis die durch eine Vorrichtung am Formkastenkopf markirte Baulänge erreicht ist. Man zieht das Modell vollständig heraus, formt die Muffe mittelst besonderen Modells ein und schliesst die Form mit einem die Eingüsse enthaltenden abnehmbaren Kasten. Sobald dieses geschehen, wird die Form unten geöffnet und mittelst eines kleinen Ofens, der bereit steht, mit einem heissen

Luft- und Gasstrom oberflächlich aber hinreichend getrocknet.

Man kann, wie dies in Pont-à-Mousson selbst geschieht, die Form auch heben, um den Ofen unterzubringen und dann nach Wegnahme des Ofens die Form wieder auf den Boden der Dammgrube setzen. Wenn die Röhren einen Schlussring am Spundende erhalten sollen, muss das Modell getheilt werden, es stülpt sich dann das cylindrische Obertheil desselben auf ein conisch sich verjüngendes Unterstück mit Ring und Zapfen, das beim Aufmachen des Verschlussbodens sich leicht nach unten hin entfernen lässt. Bekanntlich lässt sich aber der Nothwendigkeit des Schlussrings dadurch entgehen, dass man das Innere der Muffe mit besonderem Absatz unter dem Dichtungskranz versieht.

Nachdem die Form getrocknet ist, wird der Kern, der über einer gusseisernen, mit Löchern zum Gasabzug ausreichend versorgten und mit fest eingesteckten Zapfen versehenen Spindel aus Lehm (unter sehr günstigen Verhältnissen auch aus Sand) gefertigt und getrocknet ist, eingestellt, in oder über dem Eingusskasten befestigt und zum Guss geschritten.

Nach den Notizen des Verfassers dauert das Formen eines Rohres noch nicht 15 Minuten, wenn die Sache gut im Zuge ist. Die Details der Einrichtung hat Kerpely in seinem Bericht über die Wiener Ausstellung S. 140—142 und auf Taf. II beschrieben und auch flüchtig abgebildet.

Die Einrichtung ist sehr einfach; es kommt hauptsächlich auf gute Porosität der Masse, festes Stampfen und geringe Stärke der Massewand an.

Das Kerndrehen, das Strohseilspinnen findet im Allgemeinen mittelst Maschinen statt, und beim Vollenden, Abschlichten, der Kerne ist langsamere Drehung und plötzliches Innehalten nothwendig, weshalb dann die Handbewegung eintritt.

§. 13. Wo sich die Anlage von Dammgruben verbietet, bleibt Nichts übrig als Mauerwälle

und Bühnen zu errichten, um die herum und auf denen das Formen und Giessen stattfindet, während die Trocknung und Entleerung der Formen, die Entfernung des Sandes u. s. w. auf der Hüttensohle geschieht. Diese Disposition hat gegenüber dem Dammgrubensystem ihre bedeutenden Vorzüge und erfordert nur eine starke Krahnanlage, um die Giesskessel mit dem Eisen für eine Reihe von Abgüssen sicher und rasch über den Formen bewegen zu können. Auf der Aktiengiesserei in Hannover ist der Umbau der Anstalt zur Röhrenfabrikation in der angedeuteten Weise erfolgt, wenigstens zeigte Herr Direktor Westendarp dem Verfasser Pläne, die eine solche Disposition verriethen.

Noch ist zu bemerken, dass man, anstatt die Formen in eine gerade Reihe zu stellen, dieselben auch in einer Kreislinie disponiren und alsdann durch einen Drehkrahn bedienen lassen kann, den man mit Riemscheibenbetrieb von einer Transmission aus oder mit direktem Dampfbetrieb, vielleicht das Bessere, ausstatten kann.

Die Leistungen der Giessereien, welche nach diesem System arbeiten, sind ausserordentlich bedeutend sowohl der Quantität als der Qualität nach. Die von Haldy, Röchling & Comp. 1873 in Wien ausgestellten Sortiments, (unter denen auch aufgeschnittene Röhren sich befanden, um die gleichmässige Wandstärke zu zeigen) und die angegebenen Gewichte beweisen dieses auch, wie der von Herrn Cramer angestellte Vergleich der Röhrengewichte, der am Schluss unserer Betrachtung über die Röhrenformerei folgt, auch ergiebt.

Interessant sind die ausführlichen Angaben über die, vermuthlich nach dem gleichen Prinzip betriebene Röhrenfabrikation der L. von Roll'schen Eisenwerke zu Choindez bei Solothurn, welche ebenfalls durch vorzügliche Produkte in Wien vertreten waren. Diese Fabrik huldigt dem Princip der geringen Wandstärke bei garantirtem Druck von 20—25 Atmosphären und einer zweijährigen Garantie.

Bei einer lichten Weite von	betragen	Bau-länge	Min. Gew.	Norm. Gew.	Garant. Presse	Max. Druck	Wand-stärke
Mm.		M.	K.	K.	Atm.	Atm.	Mm.
533	(Frankfurt)	5	756	760	20	10	13¾
400	(Interlaken)	4	650	650	35	16	16
300	(Freiburg)	3	247	250	25	11	10¼
200	(Winterthur)	3	138	145	20	9	8½
150	(Zürich)	3	95	95	20	9	7½
90	(Bern)	3	45	46	20	10	6
70	(Zürich)	2,5	29	31	20	9	5½
50	(Zürich)	2,5	20	21	20	9	5½

Das Verfahren von Haldy hat in Deutschland besonders auf dem Hallberg bei Saarbrücken, in Wasseralfingen und in Hannover Anwendung gefunden; ausserdem wird seine Einführung im grössten Maassstab auf der Friedrich-Wilhelmhütte zu Mühlheim an der Ruhr betrieben.

Es empfiehlt sich durch Billigkeit der Anlage und Einfachheit des Verfahrens, erfordert indessen einen ziemlich gutartigen fetten Sand, der möglichst wenig zu trocknen braucht und doch Widerstand gegen das Treiben besitzt.

cc) *Die Röhrenfabrikation mit Maschinen in aufrechtstehenden Kasten und mit Vertikalguss.*

§. 14. Bereits auf S. 472—482 wurden die älteren Maschinen zur Röhrenförmerei beschrieben und auf S. 514 das Förmereiverfahren für Röhren mit geringerem Durchmesser, auf S. 520 das Förmereiverfahren für Röhren mit grösserem Durchmesser nach den 1863 von Stentz gemachten Beobachtungen mitgetheilt.

In derselben Abhandlung finden sich S. 357 u. ff. bemerkenswerthe Angaben über Formkastenconstruktionen für Röhren, Formwagen, Trocknen der Röhrenformen, Kernanfertigung, Differentialspindeln, Kerntrocknen Einhängen, Abguss und Ausziehen der Röhren, allgemeine Einrichtung der Giesshütten, Röhrentransport, Putzen und Probiren, welche sehr brauchbare Winke enthalten und deshalb am Schluss der

Betrachtungen der Röhrenfabrikation fast unverkürzt, und in Verbindung mit anderen Notizen wiedergegeben sind.

Alle die beschriebenen Maschinen sind ausser in England auch in anderen Ländern wiederholt versucht worden, ohne zu einem rechten Erfolg zu leiten. Erst in der neuesten Zeit hat man in Frankreich, England und Deutschland ein zwar schon versuchtes, doch meist verworfenes Princip der Sandcompression, das Stampfen wieder hervorgesucht und in neuer Art zu einer Maschine verwendet, welche, anfänglich für grosse Rohre in Thätigkeit, nun auch für kleinere adoptirt werden soll.

Es sind hauptsächlich drei Modifikationen, die gegenwärtig um den Vorrang streiten, die Dewailly'sche Maschine in Marquise (Frankreich), die Frick'sche Maschine in der neuen Rohrgiesserei des Bayenthals bei Cöln und eine belgische Bauart, die sich auch in einer Giesserei zu Duisburg bewährt haben soll. Zeichnungen der Vorrichtungen sind nicht bekannt, auch ist der Zutritt zu den Ateliers, in denen die Maschinen häufig noch besonders umbaut und eingekapselt sind, äusserst schwierig und sehr selten zu erlangen.

Es ist deshalb für den Verfasser nur möglich, das in Wien seitens der Ausstellungscommission u. s. w. publicirte Tableau der Leistungen der Marquise'schen Giesserei hier anzuschliessen; die Kenntnissnahme der Maschinen und Einrichtungen muss er füglich privater Unterhandlung überlassen, da Interessen privater Natur durch Mittheilungen der Art verletzt werden würden.

Marquise fabricirt 3 verschiedene Typen:

Typus 1)
von 1,100—0,350 M. Durchm. mit 4 Metern Baulänge;

Typus 2)
von 0,325—0,040 M. Durchm. } mit 3 u. $2^1/_2$ Met. Baulänge;
„ 0,189—0,54 „ „ }

und Typus 3)
von 0,915—0,078 M. Durchm. mit 4 und 3 Metern Baulänge.

§. 15. Die Totalproduktion des ganzen Werkes beträgt 32,600,000 Kilo und die Tagesleistung beträgt in 5 Hütten:

1) für Röhren von 4 Meter Baulänge und

(Typus 1.)	1100 Mm. Durchm.	12 Stück	also durchschnittlich 12 bis 48 St. von diesen starken Röhren.
	1000 „ „		
	900 „ „		
	800 „ „	36 „	
	700 „ „	24 „	
	600 „ „	36 „	
	500 „ „	40 „	
	450 „ „	48 „	
	400 „ „		
	350 „ „		

2) Für Röhren von 3 Meter Baulänge und

(Typus 2.)	325 Mm. Durchm.	36	84	192 Röhren.
	300 „ „			
	275 „ „	48		
	250 „ „			
	225 „ „			
	200 „ „		108	
	189 „ „			
	175 „ „			
	162 „ „			

3) Für Röhren von 3 Meter Länge und

(Typus 2.)	150 Mm. Durchm.	130	260 Röhren.
	135 „ „		
	120 „ „	130	
	108 „ „		

4) Für Röhren von 3 Meter Länge und

(Typus 2.)	100 Mm. Durchm.	130 St.	260 Röhren.
	90 „ „		
	80 „ „	130 „	
	70 „ „		

5) Für Röhren von 2,5 Meter Länge und

(Typus 2.)	60 Mm. Durchm.	60 St.	240 Röhren.
	54 „ „	60 „	
	50 „ „	60 „	
	40 „ „	60 „	

Es werden mithin ca. 1000 Röhren von 31 verschiedenen Durchmessern in 5 Giessereien, jede vermnthlich mit der nothwendigen Anzahl von Maschinen versehen, abgeformt und gegossen; jedenfalls die colossalste Leistung, die auf diesem Gebiete existirt.

Die Röhren von 350 Mm. Durchm. und darüber also die unter 1) aufgeführten werden mit der Muffe nach unten und einem verlorenen Kopf am oberen Ende dargestellt, welcher dann auf der Drehbank abgeschnitten werden muss, dieser verlorene Kopf oder Anguss ist 100—200 Mm. lang. Die schwächeren Rohre werden mit der Muffe nach oben gekehrt gegossen.

Die Dimensionen des Typus 3 sind:

915 Mm. 533 „ 366 „	mit 4 Metern Baulänge,
183 „ 157 „ 131 „ 104 „ 78 „	mit 3 Metern Baulänge.

Die vollständigen Tableaux der Röhren sind sehr leicht durch den deutschen Repräsentanten S. B. Goldschmidt in Mainz zu beziehen oder durch den österreichischen Repräsentanten W. Kiess, Wien IV. Margarethenstrasse 2.

dd) Vergleich der Hauptfabrikationsmethoden und Details der Rohrförmerei überhaupt.

§. 16. Die beschriebenen Fabrikationsmethoden hat Herr Verwalter Cramer in einem kurzen Bericht über das, was er auf der Wiener Ausstellung Hervorragendes bemerkte, einem interessanten Vergleich in der Gewichtsfrage der Röhren, dem entscheidenden Moment der Fabrikation, unterworfen. (Vergl. deutsche Industriezeitung 1874, S. 22.)

Lichter Durchmesser D (mm)	Normal-Wandstärke δ für 6 bis 7 Atmosphären (mm)	Flanschenröhren: Flanschen-Durchmesser D' (mm)	Flanschendicke f (mm)	Schraubenlochkreisdurchmesser D^2 (mm)	Schrauben: Anzahl	Schrauben: Stärke in Millimeter	Schrauben: Stärke in engl. Zoll	Schrauben: Länge (mm)	Durchmesser der Schraubenlöcher (mm)	Baulänge (m)	Gewicht eines Rohres (abgerundet) (kg)	Gewicht einer Flansche nebst Anschluss (abgerundet) (kg)	Gewicht von 1m Rohr excl. Flansche (kg)	Schenkellänge der Krümmungs- und T-Stücke $L = D + 100$ (mm)	Dichtungsleiste falls beliebt: Breite b (mm)	Dichtungsleiste falls beliebt: Höhe e (mm)	Muffelröhren: Aeusserster Muffeldurchmesser (mm)	Innerer Muffeldurchmesser (mm)	Tiefe der Muffel (mm)	Gewicht pro laufenden Meter excl. Muffel (kg)	Gewicht der Muffel (kg)	Gewicht pro laufenden Meter Baulänge incl. Muffel (kg)	Dasselbe (abgerundet) (kg)	Baulänge (m)	Schieber, Hähne und Ventile: Schieberlänge von Flansch zu Flansch $D + 200$ (mm)	Durchgangsventile und gusseiserne Hähne; Länge von Flansch zu Flansch $2D + 100$ (mm)	Eckventile; Länge der Schenkel von Mitte bis Flansche $D + 50$ (mm)
40	8	150	18	115	4	13	1/2		15	2	21,4	2	8,75	140	25	3	120	69	74	8,75	2,00	9,75	10	2	240	180	90
50	8	160	18	125	4	15,5	5/8		17	2	25,5	2,2	10,58	150	25	3	132	81	77	10,58	2,6	11,88	12	2	250	200	100
60	8,5	175	19	135	4	15,5	5/8		17	2	45	2,7	13,26	160	25	3	143	91	80	13,26	3,15	14,83	15	3	260	220	110
70	8,5	185	19	145	4	15,5	5/8		17	2	51,4	2,9	15,20	170	25	3	153	101	82	15,195	3,7	17,05	17	3	270	240	120
80	9	200	20	160	4	15,5	5/8		17	3	61,7	3,5	18,25	180	25	3	164	112	83	18,25	4,32	19,70	20	3	280	260	130
90	9	215	20	170	4	15,5	5/8		17	3	68,8	4	20,30	190	25	3	175	122	86	20,30	5,00	21,83	22	3	290	280	140
100	9	230	20	180	4	19	3/4		21	3	76	4,4	22,32	200	28	3	186	133	88	22,32	5,80	24,25	24,5	3	300	300	150
125	10	260	21	210	4	19	3/4		21	3	98	5,6	28,94	225	28	3	213	158	91	28,94	7,34	31,38	32	3	325	350	175
150	10	290	22	240	6	19	3/4		21	3	122	6,9	36,45	250	28	3	242	185	94	36,45	8,90	39,06	39	3	350	400	200
175	10,5	320	22	270	6	19	3/4		21	3	149	8	44,38	275	30	3	270	211	97	44,38	10,61	47,90	48	3	375	450	225
200	11	350	23	300	6	19	3/4		21	3	178	9,6	52,91	300	30	3	299	238	99	52,91	12,33	57,00	57	3	400	500	250
225	11,5	370	23	320	6	19	3/4		21	3	206	9,9	61,96	325	30	3	315	264	100	61,96	14,32	66,73	67	3	425	550	275
250	12	400	24	350	8	19	3/4		21	3	238	11,6	71,61	350	30	3	351	291	101	71,61	16,32	77,09	77	3	450	600	300
275	12,5	425	25	375	8	19	3/4		21	3	273	12,9	82,30	375	30	3	378	317	102	82,30	19,12	88,67	89	3	475	650	325
300	13	450	25	400	8	19	3/4		21	3	306	13,7	93,00	400	30	3	406	343	104	93,00	21,93	100,00	100	3	500	700	350
325	13,5	490	26	435	10	22,5	7/8		25	3	343	17,2	102,87	425	35	4	433	368	105	102,87	24,91	111,17	111	3	525	750	375
350	14	520	26	465	10	22,5	7/8		25	3	376	18,9	112,75	450	35	4	460	394	106	112,75	27,90	122,06	122	3	550	800	400
375	14	550	27	495	10	22,5	7/8		25	3	415	21,5	124,04	475	35	4	489	421	107	124,04	30,00	134,04	134	3	575	850	425
400	14,5	575	27	520	10	22,5	7/8		25	3	456	22,6	136,85	500	35	4	518	448	109	136,85	34,09	147,21	148	3	600	900	450
425	14,5	600	28	545	12	22,5	7/8		25	3	484	24,5	145,16	525	35	4	545	473	110	145,16	37,27	157,58	158	3	625	950	475
450	15	630	28	570	12	22,5	7/8		25	3	539	26,5	162,00	550	35	4	573	499	111	162,00	40,45	175,53	176	3	650	1000	500
475	15,5	655	29	600	12	22,5	7/8		25	3	582	28,6	178,84	575	40	4	600	525	112	174,84	44,09	189,54	190	3	675	1050	525
500	16	680	30	625	12	22,5	7/8		25	3	624	30,7	187,68	600	40	4	628	551	114	187,68	47,74	204,15	204	3	700	1100	550
550	16,5	740	33	675	14	26	1		28,5	3	723	39	214,97	—	40	5	582	603	116	214,97	55,33	233,43	234	3	750	—	—
600	17	790	33	725	16	26	1		28,5	3	813	42	243,28	—	40	5	736	655	119	243,28	63,52	264,46	265	3	800	—	—
650	18	840	33	775	18	26	1		28,5	3	916	43	276,60	—	40	5	791	707	122	276,60	73,47	301,08	301	3	850	—	—
700	19	900	33	830	18	26	1		28,5	3	1034	50	311,27	—	40	5	746	759	125	311,27	84,63	339,45	340	3	900	—	—
750	20	950	33	880	20	26	1		28,5	3	1148	53	347,96	—	40	5	897	812	127	347,96	94,40	379,44	380	3	950	—	—
800	21	1020	36	940	20	29,5	1 1/8		32	3	1297	68	387,10	—	45	5	949	866	129	387,10	104,64	421,98	422	3	1000	—	—
900	22,5	1120	36	1040	22	29,5	1 1/8		32	3	1567	74	472,81	—	45	5	1066	968	134	472,81	135,94	518,15	518	3	1100	—	—
1000	24	1220	36	1140	24	29,5	1 1/8		32	3	1872	96	560,00	—	45	5	1177	1074	140	560,00	168,47	616,21	616	3	1200	—	—

Es wog ein Meter Röhren

bei einer lichten Weite	in Gröditz und Cainsdorf	in Pont-à-Mousson	in Marquise
von 50 Mm.	10 K.	12 K.	12 K.
70 „	13 „	18 „	18 „
100 „	21 „	25 „	28 „
120 „	25 „	34 „	33 „
150 „	32 „	40 „	40 „
200 „	53 „	58 „	58 „
250 „	71 „	78 „	80 „
300 „	88 „	97 „	103 „
400 „	138 „	140 „	147 „

Die darin liegende Kritik der französischen Methoden wird reichlich aufgewogen durch die grössere Wohlfeilheit, mit der auch die von Herrn Cramer monirte hier und da vorkommende Qualität Nr. 3 des betreffenden Gusses nicht entschuldigt, aber doch überwunden werden kann.

Die Röhrenfabrikation ist eine Massenfabrikation geworden und die Hauptsache dabei ist, neben Billigkeit, acceptable Garantie für Haltbarkeit und eine bestimmte Dauer der Haltbarkeit. Alles geht darauf hinaus, die Zahl der verschiedenen Modelle einzuschränken und eine von Ingenieuren und Rohrproducenten zu vereinbarende Dimensionstabelle eiserner Röhren festzustellen, nach der der Fabrikant wie der Abnehmer sich richten muss. Noch ist trotz lebhafter Agitation eine Einigung nicht gelungen, sie steht indessen wohl in Aussicht.

In der Zeitschrift des Hann. Architekten- und Ingenieur-Vereins 1872 S. 495 bespricht z. B. Westendarp die Bestimmung der Wandstärken gusseiserner Röhren und Voranschläge für Annahme einer Normalmuffe und einer Normalflantsche — aus der Wiener Frage der Wasserleitung entwickelt. Später wurde die Frage in der Zeitschrift des Vereins der Ingenieure 1873 mehrfach besprochen und in dem Januarheft 1875 die beifolgende endgültig verabredete Tabelle publicirt.

§. 17. Die weiter oben §. 725 angeführten Bemerkungen von Stentz über die Röhrenförmerei in

England und ihre Details folgen, nachdem noch aufmerksam gemacht wird, dass sich auf Taf. XXII. die Formmaschinen von Stewart und Sheriff befinden, die bereits §. 336 u. 337, S. 522 u. ff. beschrieben wurden.*) Fig. 1—3 stellt die Maschine von Stewart und Fig. 4—5 die Maschine von Sheriff dar, Fig. 6 den ebenfalls §. 336, S. 523 erwähnten Eingusskasten für die Arbeit mit der Stewart'schen Maschine, während die Fig. 7 u. 8 sich auf die im §. 338 beschriebene Handformerei für Röhren, welche in einzelnen Theilen dem Haldy'schen Verfahren entspricht, sich beziehen.

In Betreff der Formkasten bemerkt zunächst Stentz folgendes:

Bei den verschiedensten Arten der stehenden Röhrenförmerei sind die Formkasten überall gleich und nur in ihren Nebentheilen verschieden. Sie sind alle der Länge nach zweitheilig und schliessen sich der runden Form der Röhren vollständig an, so dass zwischen ihren inneren Wänden und dem Modell nur ca. $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll Raum für die Masse bleibt.

Dabei sind sie zum leichteren Austrocknen der Masse überall durchbohrt. Die Verbindung der Formhälften geschieht durch Laschen, durch welche besondere Bolzen mit dem festen Kopfe auf einer Seite gesteckt und durch Splintkeile befestigt werden.

Zum genauen Schliessen sind die zusammenstossenden Kastenflächen gehobelt und stehen die Laschen etwas gegen diese gehobelten Stossflächen zurück, um ein sicheres Anziehen zu gestatten. An ihrem oberen Ende sind die Kasten offen und erweitern sich trichterförmig, um den nöthigen Raum zur Muffe darzubieten.

Bei Benutzung der Lehmkerne zur Festhaltung des Kernes endet dieser Trichter in einem glatten aufstehenden Rande, bei Anwendung der Aufsetzkasten

*) Durch ein bedauerliches Versehen sind im Context der §§. 336 u. 337 die Abbildungen als auf Taf. XVI Fig. 13 u. 14 befindlich hingestellt worden; eine Bemerkung des Druckfehlerverzeichnisses weist ihnen den richtigen Platz ein.

dagegen besitzt derselbe oben noch einen flachen Rand mit Bolzenlöchern, die zu denen des Aufsetzkastens passen.

Etwas unter dem oberen Ende sind zwei kräftige Haken angenietet, an denen beim Oeffnen der Form nach dem Gusse die Kastenhälften an Ketten aufgehängt werden, um ein Umfallen derselben zu verhüten.

Mit den unteren Enden stehen die Kasten auf der Platte eines eisernen Wagens und sind dort an einigen Stellen durch Bolzen und Splinte, seltener durch Schrauben befestigt.

In diesem Falle besitzt die Wagenplatte die nöthige Vertiefung, um das unterste Leitende des Röhrenmodells aufzunehmen, ausserdem aber auch die Oeffnung für den unten hindurchragenden Kernspindelzapfen. Vortheilhaft erscheint eine andere auf Taf. XXIII. Fig. 1 abgebildete Einrichtung, bei welcher die Wagenplatte nur die Oeffnung für den Unterzapfen der Kernspindel besitzt, die Kernauflage aber, wie die Vertiefung zur ersten Geradleitung des Rohrmodells, sich in einem Unterkasten befindet, welcher unten mit dem Wagen, oben mit dem Formkasten durch Laschen und Bolzen verbunden ist. Dieser Kasten wird besonders in Masse geformt und beim Beginne der Arbeit zuerst auf den Formwagen gesetzt.

§. 18. Auch in Betreff der wichtigen Formwagen hat Stentz interessante Beobachtungen gemacht. Zur Fortbewegung der schweren Formkasten — die fast bei jeder Arbeit ihre Stelle wechseln, um einem neuen Kasten Platz zu machen, — dienen kräftig gebaute schmiedeeiserne Wagen mit vier niedrigen Spurrädern und gusseiserner Oberplatte, die mit so vielen Oeffnungen versehen ist, als Röhrenkasten auf derselben stehen sollen. Diese Zahl richtet sich natürlich nach dem Durchmesser der Röhren, indem bei 24—16zölligen Röhren immer nur ein, bei Röhren kleineren Durchmessers aber zwei bis sechs Formkasten auf einem Wagen Platz finden.

Da es bei einigen Giessereieinrichtungen nothwendig wird, die Wagen auch rechtwinklig zu ihrer früheren Richtung zu bewegen, so geschieht dies in

solchen Fällen auf Schiebebühnen, deren Schienensystem dann entsprechend niedriger liegt, als die Hauptbahn.

Die Fortbewegung der Wagen erfolgt durch Arbeiter mittelst Hebeln, doch haben die Wagen hinten und vorn auch geschmiedete Oesen, um sie, namentlich wenn sie die Trockenvorrichtungen verlassen sollen, mit Haken herausziehen zu können.

Bei dem Fortbewegen der Wagen findet fortdauernd ein Schwanken derselben durch die hohe Belastung statt und dürfte sich diesem vielleicht dadurch entgegen wirken lassen, dass auch auf der oberen Hüttensohle, auf der die Arbeit stattfindet, eine Schienenbahn liefe und die Kasten auch oben mit einem Rädersysteme in Verbindung gesetzt würden, das mit der unteren mitliefe. In Ausführung fand sich eine solche Einrichtung nirgend.*)

§. 19. Ueber das wichtige Kapitel von dem Trocknen der Röhrenformen waren in England nach Stentz eine ganze Reihe von Erfahrungen benutzt worden.

Ein Gegenstand von der grössten Bedeutung ist das Trocknen der Masseformen insofern, als das gewöhnliche Trocknen in Darrkammern fast 12 Stunden und so für die Tagesarbeit eine doppelte Zahl von Formkasten in Anspruch nimmt, somit das Anlagecapital bedeutend belastet, oder die Fabrikationsmenge beschränkt.

Demnach findet sich die Darrkammer auch in England in Anwendung, selbstverständlich in dem Niveau befindlich, in welchem die Röhrenformen sich bewegen, und hoch genug, um die stehenden Formen aufzunehmen.

Der Boden der Darrkammer wird durch starke Roste gebildet, unter welchen Luftzug stattfindet, während über den Rosten sich die Schienen befinden, auf welchen die Wagen mit den Formkasten laufen.

*) Diese von Stentz angeregte Idee würde die Einrichtung zu sehr compliciren und dem Ganzen die Freiheit der Bewegung nehmen. Der Verfasser.

Eiserne Thüren verschliessen die Kammern und der Rauchabzug erfolgt durch eine Esse.

Das Herausziehen der getrockneten Formen findet je nach der Localität durch dieselbe Thür rückwärts statt, durch welche sie hineingekommen sind und dann ist die Darrkammer zur Aufnahme mehrerer Formwagen mit Röhrenformen neben einander eingerichtet.

In anderen Fällen steht die Darrkammer längs des Schienenweges und werden die aufeinander folgenden Wagen hintereinander eingeschoben, so dass der Ausgang derselben durch eine zweite Thür am Ende der Darrkammer geschieht.

Ein ganz abweichendes Princip von diesen Trockenvorrichtungen ist bei Vaughan & Bolkow in Middlesborough ausgeführt.

Es befinden sich dort für jede Sorte Röhren gemauerte Dammgruben von der Taf. XXIII. Fig. 2 u. 3 dargestellten Einrichtung, in denen das Einformen stattfindet und zwar ohne Transport der Formkasten, die auf ihrer Stelle stehen bleiben.

Der Boden der Dammgruben ist hohl und von oben her führt ein eisernes Rohr unter die eiserne Bodenplatte, sich dort in so viele Rohrstränge vertheilend, als Röhren in der Dammgrube stehen.

Die Röhrenformen stehen nun so, dass jeder der genannten Röhrenstränge durch ein nach oben gelegenes Rohr in die Form hinein sich öffnet.

Sind sämmtliche Kasten eingeformt, so wird über dieselben ein blecherner, oben geschlossener Cylinder mittelst eines Krahnes gehängt, auf dessen oberer Fläche sich ein geschlossener Kasten befindet, der mit Cokes gefüllt und entzündet wird.

Durch einen Schlauch wird alsdann Gebläsewind in den Kasten, der eine Art Schmiedefeuer mit festem Deckel bildet, geleitet und die Cokes in Gluth gesetzt. Die heissen Gase nebst überschüssiger heisser Luft sind gezwungen im mittleren Rohre hinunterzugehen; sie steigen durch die Rohrstränge hindurch in den Formen wieder in die Höhe, verbreiten sich in dem ganzen blechernen Cylinder und ziehen durch Oeffnungen

am Fusse desselben ab. Da hierbei eine Erwärmung des ganzen Raumes, besonders aber eine direkte Berührung der Masse mit der glühenden Luft stattfindet, so wird das Trocknen in sehr kurzer Zeit beendet, so dass 2 Stunden genügen, um 6 bis 8 Röhrenformen vollständig zu trocknen.

In dieser Zeit sind in einer zweiten Grube ebenso viel Röhrenformen fertig geworden, daher kann derselbe Cylinder sofort auf diese gestellt und auch bei ihnen die Trocknung vorgenommen werden.

Die Anlage der Gruben und eines Ventilators und die Benutzung einer Kraft zum Betriebe des letzteren dürfte hinreichend durch die bedeutend schnellere Arbeit und den jedenfalls geringeren Kohlenverbrauch gedeckt erscheinen, während gleichzeitig zu derselben Fabrikationsmenge nur die Hälfte an Kasteninventarium vorhanden zu sein braucht.

Bei geeigneter Localität der Hüttenanlage dürfte sich die Feuerstätte auch unten am Fusse der Dammgrube anbringen lassen, ja eine Vereinigung beider Systeme, des Formens beweglicher Kasten auf der Schienenbahn und des Trocknens mit heisser Luft, würden nicht schwer herzustellen sein. Jedenfalls verdient letzteres ganz besondere Beachtung.

Nach dem Trocknen werden die Formen, um recht saubere Oberflächen der Röhren herzustellen, geschwärzt und zwar durch breite Pinsel mit langem Stiel, welche in die gewöhnliche Schwärze getaucht, ziemlich schnell hinuntergeführt und langsam senkrecht wieder herausgezogen werden. Bei den noch warmen Formen trocknet die Schwärze schnell.

§. 20. Stentz bespricht noch die Anfertigung der Kerne in ein paar Worten, die zeigen, dass darin keine besonderen technischen Fortschritte liegen.

Die Herstellung der Kerne geschieht bei allen grösseren Röhren durch Lehmbeschlag eiserner Spindeln und zwar fast allgemein in der früher erwähnten Art, dass langes Heu mit einer Lage dünnen Lehms auf der Spindel befestigt und dann eine zweite Lehmlage mit etwas Kuhhaaren darauf gegeben wird.

Die beiden Lehmbeschläge haben aber nur ca. $^1/_4$ Zoll Stärke und sind, da nur sehr gut durchgearbeiteter Lehm verwendet wird, sehr glatt und sauber hergestellt.

Einiges Aufsehen machten nur die sogenannten Differentialspindeln. Da namentlich die grösseren Röhren beim Erkalten bedeutend schwinden und sich zusammenziehen, die dünne Lehmlage aber diesem Zusammenziehen Widerstand entgegensetzen und ein Reissen der Röhren herbeiführen müsste, so werden in ihrem Durchmesser veränderliche Spindeln, Differentialspindeln, allgemein angewandt.

Die bereits (S. 481) angeführte Cochrane'sche Spindel, welche denselben Zweck verfolgt, leidet an zu bedeutender Schwere, die ihren Gebrauch lästig macht. Ein Förmermeister von Vaughan hat eine diesem Uebelstande weniger unterliegende Spindel sich patentiren lassen. (Taf. XXIII. Fig. 4—6.) Dieselbe besteht, wie jene, aus 4 gleichen Ringstücken, die an ihren langen Seiten sich mit Falzen gegenseitig überdecken. An ihren Innenflächen besitzt jedes Stück 3 Paar etwa 1 Fuss lange und um $^1/_4$ Zoll ansteigende schräge Ebenen, welche durch Schrauben, die in versenkten Kasten endigen, zusammengehalten werden. Die Stirnflächen der cylindrischen Spindel werden durch 2 Armkreuze gebildet, deren Enden in Kasten an der Innenseite der Ringstücke liegen, so dass wohl ein Verschieben zwischen Kreuz und Ring, nicht aber ein Drehen stattfinden kann.

Durch die mittleren Verstärkungen dieser beiden Armkreuze geht eine runde Stange, an einem Ende mit einer Schraube versehen, auf welcher durch eine ausserhalb des Armkreuzes belegene Schraubenmutter eine Längenbewegung der Stange bewirkt werden kann.

Oberhalb der Schraube ist die Stange zu einer Oese erweitert, welche dazu dient, die Kerne mittelst Haken an den Krahnketten aufzuhängen, welche ihre Bewegung zu den verschiedenen Bearbeitungsstellen vermitteln.

Im Innern des Kerncylinders sitzen auf der Stange drei abgestumpfte hohle Kegel, mit der Stange ebenfalls durch Armkreuze verbunden, aber fest an ihrer Stelle und zwar genau entsprechend den schiefen Ebenen des Cylinders, so dass bei losem Kerne, wenn die Falzen der Ringplatten geschlossen sind, ihr kleinerer Durchmesser die niedrigste Stelle der schiefen Ebene trifft, bei angespanntem Cylinder, also offenen Falzen, der grössere Durchmesser der höchsten Stelle der Ebene nahe steht. Um ein Drehen der Kegelstücke zu vermeiden, sind in jedem vier Schlitze angebracht, in welche Leisten an den Innenflächen der Segmente passen, die gleichzeitig diese Segmente so festhalten, dass bei Spannung des Kerns kein seitliches Verschieben derselben stattfinden kann, wodurch vielleicht ein Falz ganz geschlossen bliebe, während durch zu bedeutende Erweiterung eines anderen ein offener Schlitz in dem überall zu schliessenden Cylinder entstehen würde.

Es wird also durch einfaches Umdrehen der äusseren Mutter eine Erweiterung des Kerndurchmessers, ebenso bei gleichzeitigem äusseren Drucke durch Rückwärtsdrehen derselben eine Verkleinerung dieses Durchmessers herbeigeführt.

Beim Beschlagen mit Lehm ist die grösste Stärke der Spindel vorhanden, der Kern ist gespannt, wobei aber Rücksicht genommen wird, dass die Falzen sich nicht zu fest mit Lehm ausfüllen. Sobald das frisch gegossene Rohr beginnt sich zusammenzuziehen, wird der Kern durch Drehung der Mutter gelöst, der schwache Lehmbeschlag bricht mit und das Rohr hat ca. $^1/_2$ Zoll Platz zum Schwinden. Aber nicht nur diesem Schwinden wird durch die Differentialspindel Raum gegeben, sondern auch das Ausziehen des schweren Kerns wird ungemein erleichtert, da derselbe, wenn er nicht nachgeben würde, kaum aus der Form entfernt werden könnte.

Auch das Princip dieser Spindel dürfte in Deutschland zu manchem Zwecke vortheilhafte Anwendung finden, während ihre Construktion namentlich

für kleine Durchmesser sich noch bedeutend vereinfachen lässt.*)

§. 21. Bedeutendere Wichtigkeit, besonders rücksichtlich der Disposition hat das Trocknen der Kerne, über welches Stentz ebenfalls berichtet.

Das Trocknen und Brennen der Lehmkerne erfolgt — wie die Taf. XXIII Fig. 7 u. 8 befindliche Skizze zeigt — in langen Flammöfen, deren lichte Breite die Länge der Kerne um Weniges übersteigt. Ebenso ist ihre Höhe nur wenig grösser als die Stärke der Kerne, welche darin gebrannt werden.

Der Herd ist flach, steigt aber von der Feuerbrücke aus etwas an, so dass die von der Esse aus eingebrachten Kerne allmälig bis zur heissesten Stelle leicht gerollt werden können. Unter dem Fuchse ist eine breite, durch Hebel zu öffnende Thür, durch welche die Kerne quer eingelegt werden, nachdem sie bis zur Höhe der Thüre, die immer möglichst niedrig liegt, auf schräger Schienenbahn gerollt sind, wobei die Zapfen der Kernspindel die Auflagepunkte bieten.

Diese Schienenbahn setzt sich auf beiden Seiten des Ofens in halber Höhe desselben fort, so dass auch die weitere Bewegung der Kerne in demselben leicht durch Drehen und Rollen derselben erfolgt, während sie gleichzeitig beim freien Hängen auf allen Seiten von der Hitze umspült werden. Während die untere Hälfte der langen Ofenwand massiv ist und jene Schienenbahn trägt, ist die obere Hälfte nur durch eiserne Klappthüren geschlossen und zwischen denselben die Decke von Pfeilern getragen, so dass die Fortbewegung der Kerne im Ofen, sowie gleichzeitig auch ihre Umdrehung von aussen her geschehen kann, um allen Stellen gleiche Hitze zu geben.

Die der Feuerbrücke zunächst gelegene Thür kann in ganzer Höhe geöffnet werden, um den Kern

*) Giltop (Engineer, vol. 34, S. 312) hat neuerdings eine Kernspindel mit verschiebbarer Wand construirt, die sehr einfach ist, und durch partielle Drehung eines viereckigen Zapfens mit einem Schraubenschlüssel bewegt werden kann.

wenn er fertig gebrannt ist, hier ausziehen zu können, was durch eine Krahnkette geschieht, die mittelst eines Hakens die Oese an der Kernspindel greift, welche sich über der Stellschraube befindet. An den Stellen, wo die Kerne noch nicht ganz von der Krahnkette gehoben sind, oder wo es nicht möglich ist, sie mittelst ihrer Zapfenenden auf Schienenbahnen gleiten zu lassen, sind Sandbettungen geschüttet, so dass ihrer Zerstörung beim Transporte vorgebeugt ist.

Je nach der Lage des Kernbrennofens zur eigentlichen Formstätte wird das Kerneinhängen durch denselben Krahn oder einen zweiten besorgt, in dessen Bereich der erste Krahn den Kern bringt. Das Einhängen muss durchaus genau in der Mitte der Form und ganz senkrecht geschehen, damit keine Verletzung an Form oder Kern vorkommt.

Die Mutter, welche zum Lösen des Differentialkernes dient, muss nach oben kommen, während das untere Ende genau in die in dem Untersatzkasten vorhandene Form und die Spindel in die für sie bereitete Oeffnung passt. Dadurch ist unten die richtige Stellung des Kerns geführt, während sie oben durch die bereits beschriebenen Lehmkernstücke oder zweckmässiger durch den Aufsatzkasten herbeigeführt wird.*)

§. 22. In Betreff der Manipulationen beim Abguss

*) Eine andere **abweichende** Construktion auf demselben Gebiete ist die Lander'sche Röhrenform für grosse Durchmesser und für Sandkerne (Mech. Mag. 1865, I. S. 103 und und daraus beschrieben Dingler 1865, 2. S. 285); dieselbe ist fahrbar und so eingerichtet, dass der Kern von unten her in die Form eingeschoben werden kann, also aus einem Stück ausfällt, während man sonst den Kern aus zwei Theilen, dem Innern der Muffe und dem cylindrisch glatten, zusammensetzte und daraus stets eine geringere Genauigkeit in dem Zusammenstoss beider Kerntheile hervorging.

Beachtenswerth ist noch die Eingussdisposition; die Form ist oben offen und es läuft um diese obere Oeffnung ein Gussgraben concentrisch herum, den ein Sandwall von ihr trennt. Dieser Wall ist an vielen Stellen durchstochen und das Eisen strömt in einzelnen Strahlen in die oft sehr lange (bis 14 Fuss engl.) Form herunter, ohne dieselbe so leicht lädiren zu können.

des Rohres und beim Ausziehen aus der Form hat Stentz Folgendes bemerkt.

Da auch die Eingüsse durch diese Kernhaltung gebildet sind, so kann nun sofort der Guss des Rohres erfolgen und geschieht dieser entweder direkt vom Cupolofen durch Zuleitung des Eisens mittelst einer Rinne bis zum Einguss, wobei natürlich die Röhrenform so nahe als möglich an den Ofen gebracht wird, oder häufiger aus einer Herdpfanne am Rande der Formgrube, oder durch eine Krahnpfanne. Was hiervon zweckmässiger ist, muss die Localität entscheiden, das direkte Abgiessen aus dem Ofen ist das Billigste.

Sobald das Eisen erstarrt ist, wird die Mutter am Kern gedreht, so dass dessen Spannung nachlässt und das Eisen sich zusammenziehen kann.

Ist die Erkaltung etwas weiter vorgeschritten, so wird der ganze Kern nach dem Abheben des Aufsatzkastens mittelst der Krahnkette aus der Form gezogen und alsdann nach einiger Zeit das Rohr gehoben und niedergelegt, und zugleich entweder auf geeignete eiserne Wagen oder auf Schienenbahnen, auf denen es zu der etwas niedriger gelegenen Putzerei gerollt wird. Zuletzt wird der Kasten angehoben und häufig die Masse daraus nur durch Anklopfen entfernt, oder, wenn dies nicht genügt, die Versplintung gelöst und jede Hälfte für sich gereinigt. Der Unterkasten wird erneuert, die Formkasten werden wieder darauf zusammengestellt und die Arbeit beginnt von neuem.

Die nun untenliegende Masse wird angefeuchtet, durchgearbeitet und bei den grössten Anlagen durch Hebezeuge wieder nach oben auf die Formstätten gebracht; wo dies nicht möglich ist, wie bei den in Middlesborough üblichen einzelnen Dammgruben, wird die abgegossene Form bis zur Höhe des Formplatzes gehoben und dort erst ausgeklopft.

§. 23. Von allgemeinerem Interesse sind noch die Stentz'schen Bemerkungen betreffend die Einrichtung der Giesshütten im Grossen und Ganzen.

Alle Giessereien, die sich mit der Förmerei weiter

Röhren beschäftigen, bedürfen dazu zweier Stockwerke, in deren oberen die eigentliche Arbeit stattfindet, während in dem unteren die Formkasten sich bewegen und gewöhnlich die Trockenöfen für die Formkasten stehen.

Bei dem von Vaughan angenommenen Systeme, das Trocknen unter Blechglocken vorzunehmen, wird die untere Etage nur durch Dammgruben gebildet, die in beliebiger Anordnung, nur abhängig von der Stellung der Krahne, welche zum Heben nothwendig sind, auf der Hüttensohle sich befinden. Durch ihre Herstellung in Mauerung wird die Schwierigkeit gehoben, welche gewöhnlich durch die flache Lage der Hütten bedingt ist, jedoch werden für eine lebhafte Fabrikation viele solcher Gruben und Trockenvorrichtungen gebraucht und es wird dadurch auch deren Herstellung ziemlich kostspielig. Die Anwendung der Schienënbahnen auf der unteren Sohle macht es dagegen möglich, eine grössere Anzahl von Formkasten gleichzeitig in Behandlung zu nehmen und jede Operation an derselben Stelle vorzunehmen, wodurch die Arbeit befördert und die Fabrikationsmenge bedeutend vergrössert wird.

So findet sich eine (Taf. XXIII. Fig. 9) dargestellte viereckige grössere Dammgrube angewandt, in deren Mitte der Trockenofen steht, auf dessen beiden Seiten die Formkasten mittelst Schiebebühnen sich bewegen lassen, während das Einschieben in den Trockenofen auf den etwas höher gelegenen Eisenbahnen, die in den Ofen führen, erfolgt.

Auf beiden Seiten wird geformt, dann werden die Kästen in den mit Flügelthüren verschliessbaren Trockenofen geschoben. Während die erste Form trocknet, wird die zweite u. s. w. eingeformt; sind sämmtliche Formen einer Seite im Trockenofen, so wird die erste herausgezogen, mit dem Kerne versehen auf der nun leeren Bahn zur Giessstelle geführt und nach dem Abgusse auf ihre Stelle zurückgebracht und dort ausgezogen, der Kasten entleert und die Arbeit von neuem begonnen.

Es bedarf diese Darstellungsart zum Formen u. s. w. nur eines Krahns, der aber auf dem Gebälke der Hütte parallel der Schienenbahn beweglich ist, während jedoch gewöhnlich zum Tragen der Krahnpfanne ein besonderer Armkrahn vorhanden ist, der beide Giessstellen für die von zwei Seiten kommenden Formkasten bedient.

Der gebrauchte Sand wird bei dieser Einrichtung gewöhnlich nach unten hin durch besondere Thüren entfernt und dann in die obere Etage gebracht, um mit frischer Masse gemengt wieder gebraucht zu werden.

§. 24. Eine abweichende Einrichtung ist die einer ringförmigen Dammgrube, in deren Centrum in der oberen Sohle ein sie beherrschender Krahn steht. An den Formstellen sind kleinere Hebevorrichtungen für die Modelle angebracht, während das Einhängen und Ausheben der Kerne u. s. w. von dem inneren Krahne besorgt wird. Da aber derselbe vielfach bei einer fortdauernden und von Stelle zu Stelle vorrückenden Arbeit in Anspruch genommen wird, so findet sich in der Regel ausserhalb des Kreises der Dammgrube noch ein Krahn zum Ausziehen von Kern und Rohr und, wenn nicht der Guss direkt vom Ofen oder durch fahrbare Pfannen geschieht, noch ein dritter zum Abguss der Röhren. An einer Seite des inneren massiven Pfeilers und zwar so, dass der Transport der Formkasten auf der kreisförmigen Bahn nicht gehindert ist, arbeitet die Vorrichtung zum Aufheben der benutzten Masse, die oben wieder bearbeitet und verbraucht wird. Einen Theil der ringförmigen Dammgrube, der unten von aussen zugänglich ist, nimmt der Trockenofen ein, durch welchen hindurch sich alle Formkasten hintereinander bewegen müssen.

Es scheint diese Construktion die vortheilhafteste für eine Massenproduktion zu sein, da bei ihr eine ununterbrochene Reihenfolge der Arbeit stattfindet und nie eine Rückbewegung der schweren Formkasten nothwendig wird. Eine Verbindung der Einrichtung zum Formtrocknen durch Gebläse mit einem feststehenden Trockenofen war nirgend versucht,

während sie doch zur möglichst schnellen Ausführung des Trocknens sehr vortheilhaft erscheint.

Die Vorrichtungen zur Bewegung der Modelle, die nur geringere Kraft, aber eine durchaus stetige regelmässige Bewegung erfordern, werden in der Regel durch Dampf betrieben, ebenso findet dieser auch bei den Krahnen für schwerere Lasten allgemeine Anwendung, da fast alle Krahne als Dampfkrahne construirt sind und so auch hierbei die Verwendung der Menschenkraft auf nur geringe Leistungen beschränkt wird.

Die maschinelle Anordnung dieser Krahne und Hebevorrichtungen ist bekannt*) und darf in Bezug auf die lokalen Verhältnisse hier nur noch erwähnt werden, dass die Röhrenformkasten so weit über den Aussenwänden der Dammgruben herausstehen, dass eine bequeme Arbeit am oberen Stirnrade der Kasten stattfinden kann.

Leichte Brücken, über die Dammgrube gelegt, gestatten dem Arbeiter, sich um die Form herum zu bewegen, sowie die Formmasse einzufüllen und einzustampfen. Die Kernbrennöfen sind der Stelle, wo das Einhängen der Kerne erfolgt, möglichst nahe gelegt und erfolgt dies an verschiedenen Stellen aus einem Ofen, so ist die Entfernung möglichst ausgeglichen.

Es dürfte schwierig sein, eine Normaleinrichtung für grosse Röhrenförmerei aufzustellen, da einmal jede gegebene Lokalität der Hütte andere Anforderungen stellt, dann aber auch der steigende Bedarf an Röhren, ja auch das Vorkommen immer neuer, namentlich weiterer Röhren, auf die bei einem Neubau kaum Rücksicht genommen werden dürfte, neue Anforderungen stellt, die sich den vorhandenen anschliessen müssen.

*) Im ersten Bande unter II. A., Abtheilung b, Kapitel 1, ist die Construktion der Krahne und Winden ausreichend besprochen.

ee) Fertigstellen der Röhren, Probiren und Schwärzen.

§. 24. Eine sehr wichtige Arbeit innerhalb des Bereiches der Röhrenförmerei ist die Probe, das Probiren der Röhren. Stentz theilt (a. a. O. S. 363) darüber, wie über das Transportiren und Putzen der Rohre das Nachstehende mit.

Transport der Röhren. Die hohe Lage der Giesshütten, gewöhnlich schon durch die nothwendigen Dammgruben bedingt, begünstigt den weiteren Transport der Röhren. Wo es möglich ist, wie in Middlesborough, die fertigen Röhren sofort in die Schiffe zu verladen, da rollen sie fast durch eigene Schwere bis zum Verladungsplatze auf schwach geneigten Bahnen, nur aufgehalten durch Ebenen da, wo sie zum Verkaufe fertig gestellt werden müssen.

Putzen. Die gegossenen Röhren werden zuerst geputzt, die nicht stark anhaftende Masse des Mantels und des Kernes entfernt, die Eingüsse abgeschlagen und die Eingussstellen abgemeisselt, gleichzeitig auch beide Enden möglichst glatt bearbeitet, um beim Probiren keine Schwierigkeiten zu bereiten.

Probiren. Dies Probiren erfolgt wie in Deutschland durch Pressen mit Wasserdruck in der Luft oder mit Luftdruck unter Wasser, doch wird die letztere — empfindlichere — Probe nur in seltenen Fällen angewendet. Gestattet es irgend das Terrain, so wird das Rohr schon durch Rollbahnen in der Höhe zugeführt, die es auf der Presse einnehmen soll, so dass ein Heben unnöthig ist; während auch für hinreichenden Wasserzufluss und für den Abfluss des gebrauchten Wassers in durchaus genügender Art gesorgt ist. Als Dichtungsmittel an den Stössen der Röhren werden Scheiben angewendet, welche in ausgedrehten Nuthen mit Gummiringen versehen sind, während durch diese Scheiben das Probirwasser zu- und abgeführt wird.

Das Probiren zeigt nur wenig Ausschuss. Die häufigen Fehler der liegend gegossenen Röhren: Undichtigkeit an den Kerneisen, ungleiche Eisenstärke durch Senkung oder Hebung des Kernes, können bei

dem stehenden Gusse nicht auftreten, dagegen finden sich zuweilen Undichtigkeiten dicht unter der Muffe, herrührend von den gerade an dieser Stelle sich leicht ablagernden Unreinigkeiten des Eisens.

§. 25. Andere Einrichtungen zum Röhrenprobiren sind hier und da durch die Presse bekannt geworden.

H. Cochrane zu Ormesby bei Middlesborough im Clevelandbezirk, der bedeutendste Röhrengiesser Englands, probirt seine weiten Röhren auf einer im Engineering 1868, Oktober, S. 314, beschriebenen Vorrichtung sinnreicher Construktion.

Das Hauptprinzip derselben ist, eine Verkleinerung des inneren Raumes der Röhren zu bewirken, um dem zeitraubenden Füllen mit Wasser aus dem Wege zu gehen. — Deshalb legt Cochrane einen Kern ein, der nur einen schmalen ringförmigen Zwischenraum zwischen seiner Oberfläche und der Innenfläche des Rohres übrig lässt, der also dann sehr rasch mit Wasser gefüllt werden kann. Sehr wichtig ist noch die dadurch bewirkte Entlastung der beiden Verschlussscheiben an den Röhrenenden.

Eine andere Construktion, die noch praktischer erscheint, ist die von Fielding & Platt in Gloucester für die Wiener Wasserwerke construirte Röhrenpresse, welche im Engineering vom 2. Dezember 1870, S. 396, abgebildet und beschrieben ist. Die Skizzen der Taf. XXIII., Fig. 10—14, geben eine ausführliche Vorstellung von der Construktionsidee. Es stecken zwei Pumpkolben ineinander und im Pumpenstiefel; von diesen beiden Kolben wird der weitere entweder an dem Flansch des Stiefels oder an dem anderen Kolben befestigt. Im letzteren Fall arbeitet die Pumpe sehr rasch (mit grösserem Kolben- und Stiefelquerschnitt), im ersten Falle langsamer.

Man wendet nun das erstere Manöver zum Füllen der Röhren, das letztere zum Comprimiren der Füllung bis zum erforderlichen Drucke in dem zu prüfenden Rohre. Man vermeidet dabei das zeitraubende Ein-

legen und Auswechseln des vorher erwähnten Cochrane'schen Kernes.

Eine andere Einrichtung erleichtert die Manipulation noch mehr.

L. Reinhard (Dingler 187, 1868, S. 460) beschreibt eine im k. k. Gusswerk zu Mariazell angewandte Vorrichtung zum Probiren gusseiserner Röhren, welche das Zusammenpressen der Luft auf circa zwei Atmosphären und zugleich das Heben und Senken der Röhren schnell bewirken lässt.

Dadurch, dass alle Bewegungselemente der Vorrichtung vermittelst Klauenkuppelungen mit einer Transmission in Verbindung gesetzt werden können, geschieht die Arbeit fast spontan und es sind nur kleine Verrichtungen durch die Arbeiter selbst auszuführen.

Die in der ersten Quelle, Rittingers Erfahrungen 1866, S. 18, gegebene Abbildung ist genau und vollständig consultirbar.

§. 26. Das Schwärzen der Röhren, oder Theeren derselben nach erfolgter Prüfung, ist die letzte Operation, welche zu besprechen wäre. Sie geschah früher mit der Hand, jetzt allgemein unter Zuhilfenahme von Hebewerken, Rollvorrichtungen u. s. f. Zum Vorwärmen der Röhren gebraucht man durchgehende Muffelöfen, an deren einer Breitseite die Rohre eingeführt, an deren anderer Seite sie herausgenommen und über das Theerbad gebracht werden.

Man erreicht dadurch ein gleichmässiges und billiges Wärmen und ein besseres Anhaften des Theerstriches.

Stentz macht in seinem Reisebericht (a. a. O. S. 364) die nachstehenden Bemerkungen über das Schwärzen der Röhren in England.

Die probirten Röhren kommen zum Schwärzen, das auch in grossartigerem Maassstabe ausgeführt wird, als in den meisten deutschen Giessereien. Während hier die Erwärmung der Röhren theils auf freiem Feuer, theils auf und in Oefen erfolgt, die Schwär-

zung wieder theils durch Eintauchen in horizontaler Lage in einen Theerkasten, theils endlich durch Anstrich ausgeführt wird, wenn nur die Aussenseite — ja selbst mit Ausnahme des unteren Röhrenendes, soweit es in die Muffe kommt, — getheert werden soll, erfolgt in England die Schwärzung allgemein durch senkrechtes Eintauchen in einen Theerkessel.

Unter einem leichten Dache, sonst ringsum offen, befinden sich zwei gusseiserne Gefässe, etwas tiefer als die grösste vorkommende Röhrenlänge. Das eine ist von unten geheizt und vom Feuer umspült, für welches eine besondere Esse daneben errichtet ist, während im zweiten nahe dabei gelegenen sich Theer befindet. Beide sind so in das Terrain eingelegt, dass ihre Oberfläche nur wenig über die Erde hervorragt und können durch Blechdeckel geschlossen werden.

Ueber denselben steht ein kräftiger Krahn, dessen Arm zu beiden Gefässen reicht. Es werden nun die stärksten Röhren einzeln, die schwächeren bündelweise, je schwächer und leichter, desto mehr, durch eine Kette umschnürt, mit dieser an die Krahnkette angehängt und so in das erhitzte Gefäss gebracht. Haben sie sich hier erwärmt, so hebt man sie heraus und hängt sie sofort in den Theer ein, aus dem sie nach ganz kurzem Verweilen wieder herausgezogen werden. Unterdessen ist ein neues Bündel im Heizraume, welches herausgenommen wird, wenn der Theer auf den noch hinreichend warmen Röhren schnell verraucht ist und so schreitet auch diese Arbeit in ununterbrochener Folge schnell vorwärts, ohne viel Menschenkräfte in Anspruch zu nehmen. Nur das Zusammenlegen der Röhren in die genannten Bündel muss durch Menschen ziemlich sorgfältig gemacht werden, damit kein Rohr durch die Kette hindurch gleitet, wobei das Bündel sich leicht ganz lösen und in einem der Gefässe verstreuen könnte. Die getheerten Röhren werden endlich in regelmässige Haufen nach bestimmter Zahl geschichtet. Zur Verladung werden sie mittelst

eines Krahns und damit verbundener Waage verwogen und in die Fahrzeuge eingeladen.

Guettier in seinem Buche: de l'emploi pratique et raisonné de la fonte de fer 1861, giebt auf Taf. III. die Zeichnung einer Vorrichtung, um Röhren zu schwärzen — mit Ofen und Laufkrahn.

Schlussbemerkung.

§. 27. Für die Röhrenfabrikation und Einführung der maschinellen Förmerei überhaupt sind die Schlussworte beherzenswerth, die Stentz (a. a. O. S. 364) seinem technischen Bericht anfügte und die in gewissem Sinn auch heute noch als richtig gelten können.

„Bei der gleichmässigen Arbeit sowohl der Maschi-„nenförmerei, als ihrer (der Röhren) Herstellung durch „bestimmte Förmer, die nur mit diesem einen Zweige der „Giesserei sich beschäftigen und dadurch eine ungemeine „Gewandtheit und Sicherheit sich erwerben, wechselt „das Gewicht gleicher Röhren sehr wenig, zumal auch „die Arbeit in stehenden und ungetheilten Kasten es „dem Arbeiter unmöglich macht, auf die Eisenstärke „der Gusswaaren in irgend einer schädlichen Weise „einzuwirken."

„Die bekannte Eigenthümlichkeit des englischen, „mehr noch des schottischen Eisens, mit besonderer „Leichtflüssigkeit auch schwache Eisenstücke gut aus-„zufüllen, ohne an Haltbarkeit zu verlieren, begünstigt „die Röhrenförmerei in England in hohem Grade, „während die deutlich hervortretende Dickflüssigkeit „des oberschlesischen, die Unhaltbarkeit des nieder-„schlesischen Gusseisens derselben Schwierigkeiten be-„reitet, die man in den englischen Giessereien nicht „kennt."

„Dennoch wird und muss auch in den inländi-„schen Giessereien dahin gestrebt werden, einzelne „der in Vorstehendem angeführten Einrichtungen bei „uns heimisch zu machen, wenn es auch der Trans-„portverhältnisse wegen, die den Massenabsatz bedingen, „kaum möglich sein dürfte, die Röhrenförmerei in der

„grossartigen Ausdehnung der Fabriken von Glasgow „und Middlesborough einzuführen.“

„Das stehende Formen nach Modellstücken, wenn „auch durch Menschenarbeit, der Transport der Form- „kasten auf Wagen, die Trockenöfen, namentlich die „durch erhitzte Luft gespeisten, sowie die bewegliche „Spindel dürften auch hier ihre Anwendung in kurzer „Zeit finden, vielleicht wird aber die Maschinenförmerei „bei solchen Handelsartikeln noch eher Eingang er- „halten, die in Masse auf den Markt gebracht werden „und deren Herstellungskosten möglichst verringert „werden müssen, um sie zugleich in bester Ausführung „und doch so billig zu fertigen, dass eben ihr billiger „Preis die Massenausführung möglich macht.“

3) Der Bauguss einschliesslich Treppen u. s. w.

§. 28. Ueber die Darstellung des Baugusses ist wenig mitzutheilen; sie erfolgt in der Regel in gewöhnlichem Sand und nur bei verzierten Gegenständen ist es nothwendig, eine feinere Qualität anzuwenden. Säulen, und andere hohle Gegenstände aus diesem Gebiet, erhalten gedrehte Lehmkerne mit starken Spindeln, bei deren Anwendung man im Interesse der Haltbarkeit auf möglichst concentrischen Guss zu sehen hat.

Die Materialfrage spielt beim Bauguss eine hervorragende Rolle; das zum Bauguss verwendete Eisen muss haltbar sein, wo es sich um Träger, Säulen u. s. w. handelt und es darf kein starkes Schwindmaass besitzen, wo vielfach durchbrochene Gegenstände mit schwachen Profilen und ungleicher Eisenvertheilung, z. B. Fenster und Gitter herzustellen sind.

In welcher Weise schon durch den Modellbau diesen unangenehmen Eigenheiten des Materiales entgegenzuwirken ist, wurde bereits im ersten Bande bei der Besprechung der Elasticität des Eisens und in diesem Bande bei der Besprechung des Modellentwurfes ausführlich erörtert.

Bezüglich des Eisens, so wird es sich empfehlen, für die starken Gegenstände das grobkörnige Giessereiroheisen der schottischen Werke mit Zusätzen festen deutschen oder schwedischen Eisens, gut legirt und heiss durchgeschmolzen anzuwenden und davon gleichzeitig Materialabfall zu späterer Benutzung zurückzulegen.

Schwache Gegenstände, z. B. Fenster u. s. w., werden bis zu einer gewissen Grösse am besten aus gewöhnlichem Giessereiroheisen mit Zusatz gleichartigen Brucheisens gemacht, erreichen die Dimensionen grössere Ausdehnung, so dass beim Transport Biegungen und Brüche vorausgesehen werden können, so bleibt nichts übrig, als hierzu eine Legirung aus bestem schottischem Eisen mit schwedischem und deutschem Holzkohleneisen zu präpariren, dieselbe aber erst auf Schwindung und Festigkeit zu untersuchen. Ist die Schwindung minimal, die Festigkeit dagegen maximal, so wird man, unter Beobachtung der öfters angeführten Vorsichtsmassregeln beim Guss, ganz gute Resultate erzielen.

Dann muss man beim Erstarren für eine gleich rasche Abkühlung Sorge tragen und stärkere Theile rasch aufdecken, während man dünnere unter dem Sande abkühlen lässt. Einfache Versuche und Erfahrungsresultate führen hier auch am ehesten zum Ziele, wenn sie verständig angestellt werden. Auch kann man hier, wie überall, wo es sich um Mischungen von Roheisen handelt, die Brochüre von A. Ledebur (das Roheisen in Bezug auf seine Verwendung zur Giesserei. Leipzig, Felix. 1873) consultiren, die vom praktischen Standpunkte aus verfasst ist und auf zahlreichen Einzelerfahrungen beruht.

4) Der Feinguss.

§. 29. So interessant für die Kenntniss des Eisens der Feinguss auch ist, so wenig Interesse vermag er in der Reihe von Fabrikationsbranchen zu erregen,

welche den gesammten Giessereibetrieb zusammensetzen.

Das Gusseisen qualificirt sich im Allgemeinen weniger gut zu Luxusgegenständen, wie die übrigen Metalle, es ist schwer bearbeitbar und deshalb theuer in der Herstellung, während bei den Broncen und anderen Kupferlegirungen, Silber und Gold ganz ausgeschlossen, dem Arbeitswerth ein gewisser Materialwert gegenübersteht. Man muss, wenn der Feinguss Resultate aufweisen soll, das Förmereiverfahren ausbilden, um die Bearbeitung auf lediglich mechanische Operationen zu reduciren und alle künstlerische, d. h. eigentlich ciselirende Arbeit dabei zu vermeiden.

Diese Ausbildung der Förmerei setzt aber grosse und anhaltende Uebung voraus, und da Eisenkunstguss nicht immer sehr verkäuflich ist, so müsste man, um diese Uebung zu erlangen, entweder für das Magazin oder ganz umsonst arbeiten. Das ist die Situation, welche den Aufschwung des Feingusses hindert und dazu Veranlassung gegeben hat, dass z. B. Lauchhammer die Sorgfalt des Feingusses in weniger complicirte aber häufiger angewandte Gegenstände, Kamine, Luxusöfen, Mobiliar u.s.w. hinübertrug und nebenher wohl Nippsachen u. s. w. fabricirte, die indessen den Gewinn nicht zu bringen pflegen und nur der Vollständigkeit wegen geführt werden müssen. Andere Hütten streben Lauchhammer nach, ohne es in der Vollendung zu erreichen und sinken dadurch auf einen gewöhnlicheren Fabrikationsbetrieb herunter.

Anders ist es mit Ilsenburg am Harz; im langjährigen Besitz eines reichen Standesherrn, in Verbindung mit Staatsbehörden, den verschiedenen Hof- und Schlossverwaltungen, repräsentirt durch die Ausstattung der eigenen fürstlichen Wohnungen, war dieses Werk im Stande, die unübertroffene künstlerisch-technische Leitung des Herrn Oberhütteninspektors Schott gebührend zu nutzen und Leistungen aufzuweisen, die selbst von den Giessern der Hauptstadt

des Luxus — z. B. Durenne — nicht übertroffen werden.

Nach zwei Richtungen hin ist Herr Schott namentlich thätig gewesen; einmal in der Aufsuchung der Erstarrungseigenschaften des Eisens und dann in der Auffindung oder Construktion eines passenden Formmateriales für den feinen Guss.

Beide Bestrebungen haben in dem vorliegenden Werke ihre ausführliche Würdigung gefunden (vergl. I. Band bei der Krystallisationsfrage des Roheisens und bei der Formsandbeschreibung, im II. Bande bei der Betrachtung der Erstarrungsphänomene des geschmolzenen Roheisens), so dass wir hier nicht weiter darauf einzugehen brauchen.

Ein ausserordentlich wünschenswerthes Zusammenfassen der einzelnen persönlichen Erfahrungen Schotts zu einer Monographie des Feingusses, nach welchem Jahre lang verlangt worden war, hat das Jahr 1873 gezeitigt. Schott, dazu aufgefordert, liess im Engineering, Vol. XV., Nr. 389 u. ff., eine Reihe von Aufsätzen erscheinen, welche in deutscher Sprache im selben Jahre bei Vieweg & Sohn als Manuscript gedruckt, feines Formen und alles enthalten, was sich auf den Feinguss bezieht. Es sind darin die erwähnten Arbeiten über das Spiel und die Krystallisation, den Anbrand, die Formmaterialien mit einer Reihe jüngerer Betrachtungen zu einem nicht gerade einheitlichen, aber doch sehr reichhaltigen Ganzen verbunden.

Der Verfasser kann nichts besseres thun, als den letzten Theil der Schott'schen Arbeit unverändert folgen zu lassen (S. 23 und 24 seiner Arbeit).

§. 30. Nach uns zum Theil von den damaligen Meistern selbst überkommenen Beschreibungen befolgte man beim Formen der Kunstwerke folgendes Verfahren. *) Man machte zweierlei Arten von Formen,

*) Man sehe Goethe, Anhang zur Lebensbeschreibung des Benv. Cellini.

bei der ersten geht das Modell verloren, indem man es als Kern benutzte. Es wurde in Thon so gross gearbeitet, als der künftige Guss werden sollte. Man lässt es schwinden und brennt es. Alsdann wird Wachs darüber gezogen und dieses sorgfältig ausbossirt, so dass das Modell seinen ersten Umfang wieder erhält. Hierüber wird eine feuerfeste Form gemacht, das Wachs herausgeschmolzen, und dient die dadurch entstehende Höhlung dann zur Aufnahme des flüssigen Metalles. Die andere Art ist folgende: Das Thonmodell erhält einen leichten Anstrich von Terpentinwachs und wird mit feinen Metallblättchen (wohl Stanniol, Zinnblättchen) überlegt. Dies geschieht, damit die Feuchtigkeit dem Modell nicht schade, wenn eine Gypsform darüber gemacht wird. Diese wird auf die noch übliche Weise gefertigt und dergestalt eingerichtet, dass sie in mehrere Haupttheile zerfällt, so dass man bequem etwas Wachs oder Teig hineindrücken kann, so stark als künftig der Guss werden soll. Hierauf wird das Gerippe zu dem Abgusse des Gegenstandes von eisernen Stäben und Drähten zusammengefügt und mit feuerbeständiger Masse überzogen so lange bis dieser Kern jene eingedrückte Oberhaut berührt, weshalb man immer Form und Kern gegen einander probiren muss. Sodann wird jene Oberhaut aus der Form genommen, Form und Kern wechselseitig befestigt, und der Raum, den die Oberhaut einnahm, mit Wachs ausgegossen. Nun wird die Gypsform wieder abgenommen und das neue wächserne Grund- und Musterbild durchaus überarbeitet. Sodann werden wächserne Stäbe von Glied zu Glied geführt, je nachdem künftig das Metall durch verschiedene Wege zu circuliren hat, indem alles, was künftig in der Form hohl bleiben und die Eingüsse bilden soll, an dem Modell in Wachs ausgearbeitet wird. Ueber diese also zubereitete wächserne Gestalt wird eine feuerbeständige Form verfertigt, an welcher man unten einige Oeffnungen lässt, durch welche das Wachs, wenn nunmehr die Form über ein gelindes Feuer gebracht wird, ausschmelzen kann. Ist alles Wachs

aus der Form geflossen, so wird diese nochmals auf das Sorgfältigste getrocknet und ist alsdann das Metall zu empfangen bereit. So würde, um einen allgemein bekannten Gegenstand zu wählen, z. B. die zum Hildesheimer Silberfunde gehörige Minervaschale, wenn sie nicht aus Silberblech getrieben, aus welcher sie jedenfalls hervorgegangen, sondern durch Guss hergestellt werden sollte, demnach in Thon modellirt worden, ein Wachsüberzug gemacht, nachbossirt, mit einer feuerbeständigen Masse überzogen, das Wachs ausschmolzen und dann gegossen worden sein. Statt dessen hat nun die Sandförmerei eine Stufe erlangt, dass das im Vorigen beschriebene mühselige und die geschicktesten Hände erfordernde Verfahren unnöthig geworden ist und zu welcher Vollkommenheit dieselbe gebracht, beweisen nicht blos die (in Wien) ausgestellten Gussarbeiten Ilsenburgs, die als Specialität die Imitationen der für den deutschen Markt besonders passenden kleineren Objekte der getriebenen und aus der sogenannten Grosserie hervorgegangenen hervorragendsten Kunstwerke u. s. w. gewählt hat, sondern besonders auch die Eisengüsse von Herrn A. Durenne in Paris, der eine andere Specialität, den Guss grosser Figurengruppen, gewählt hat.

§. 31. Um nun das jetzige Verfahren mit dem der Renaissancezeit und wohl auch in ältester Zeit üblichen zu vergleichen, lässt man die kurze Beschreibung der jetzigen Manipulationen beim Formen der genannten Minervaschale folgen, die als ein Anhalten für die jetzige allgemein eingeführte nach und nach herangebildete Formmethode gelten möchte. Das Modell zu der gewiss allgemein bekannten so überaus schönen Schale mit der sitzenden Figur der Minerva, welche in der rechten Hand ein Steuerruder hält, am linken Arme einen abstehenden Schild trägt, welcher letztere die Formarbeit besonders erschwert, ist in acht Theile zerlegt: der Rand der Schale in zwei Theile, von der der eine den oberen eingebogenen Theil bildet, die Figur in zwei Theile, die Henkel in zwei Theile und der Fuss in zwei Theile.

Es wird nun die Schale bis an den getrennten oberen Theil in ein Lehrbrett eingelegt und mit feinem Sande und zwar bis oben hin angefüllt. Die Oberfläche wird geglättet und dann mit grobem Kohlenstaub bestreut, um das Kleben des darauf folgenden Sandes zu verhüten. Darauf wird der untere Theil des Formkastens über die Schale gesetzt, der vorstehende Rand geformt, der Kasten mit Lehrbrett umgekehrt, das Lehrbrett entfernt, der andere Kastentheil darauf gesetzt, um die Rückseite der Schale zu formen, und das den Einguss bildende Holzmodell, das mit eingeformt worden, herausgenommen.

Nach diesem werden die Theile des Formkastens wieder getrennt, das Modell wird in seinen einzelnen Theilen herausgenommen, die Form mit Wasser vermittelst einer Bürste angefeuchtet, mit feinem Sande und Kohlenstaub angestäubt, dann das Modell nochmals in die Form gelegt und die schadhaften Stellen mit einem Pinsel mit Sand oder Schwärze ausgebessert und dann die Formkastentheile wieder zusammengestellt und mit einander befestigt.

Die auf dem Boden der Schale befindliche Figur kann nicht in dieser einfachen Weise hergestellt werden. Die Form des Gewandes, des Kopfes, der Arme u. s. w. erlauben nicht das Einformen im Ganzen, sondern es muss stückweise durch Kernstücke erfolgen. Diese erfordern eine festere Consistenz des Sandes, um die Kernstücke einzeln behandeln, auseinander nehmen und wieder zusammen legen zu können. Es wird dazu eine weniger durchlässige, aus gröberen Sandkörperchen und Thon bestehende fettere Sandmischung auf den feinen Sand, der zuerst auf das Modell kommt, gebracht. Das Verfahren ist im Allgemeinen dasselbe wie beim Gypsformen. Die einzelnen Kernstücke werden sonst in der vorgeschriebenen Weise nach jedesmaligem Abnehmen vermittelst der Bürste angefeuchtet und mit feinem Sande und Kohlenstaub angestäubt. Ein Stück folgt auf das andere, bis die ganze Figur eingehüllt ist. Nun wird das Aeussere der Kernstücke

mit grobem Kohlenstaube bestreut und der Formkasten ganz mit Sand ausgefüllt, umgekehrt, der andere Theil aufgesetzt, um die Rückseite zu formen, wobei der Einguss mit eingeformt wird.

Die Kastentheile werden nun getrennt, die Kernstücke einzeln vom Modell abgenommen in die entsprechende Stelle (des abgehobenen und gewendeten Kastens) wieder eingelegt und mit Stiften befestigt. Schadhafte Stellen werden, wie vorher beschrieben, vermittelst des Pinsels reparirt, dann die Formkastentheile wieder zusammengestellt und befestigt. In gleicher Weise werden die übrigen Theile der Henkel und Füsse geformt und kann von einer besonderen Beschreibung wohl Abstand genommen werden.

§. 32. Es ist von hohem Interesse, im Anschluss an das Gesagte auch die Ansichten Schott's in Betreff der äusseren Vollendung der Gusswaaren zu reproduciren, die auf S. 25—32 seiner Brochüre sich befinden.

Wenn die in den vorhergegangenen Abschnitten dieses Aufsatzes gegebenen Anweisungen genau befolgt und nach den angegebenen Grundsätzen, die Erzeugung des Eisens, die Herstellung des Sandes, die Behandlung der Form stattgefunden hat, kann man mit Sicherheit darauf rechnen, einen gelungenen, scharfen, glattflächigen Eisenabguss zu erhalten, und zeugen die von der Ilsenburger Giesserei, der Carlshütte bei Alfeld (Hannover), Königshütte am Harz, Lauchhammer, Königreich Sachsen, Mägdesprung am Harz, Schebanoff'schen Giesserei in Moskau u. s. w. zur Anschauung gebrachten Rohgüsse, dass sie von einer den galvanoplastischen Niederschlägen ganz gleichen Vollkommenheit sein können.

Wohl wäre nun zu wünschen, dass dies schöne Aussehen den Abgüssen in Eisen, wie bei den edleren Metallen, Gold, Silber, Platin u. s. w., bewahrt bleiben könnte. Leider gehört aber das Eisen zu den Elementen, die den Sauerstoff sehr leicht aufnehmen und sich beeilen, die innigste Verbindung mit ihm einzugehen.

Welchen Mühen, Sorgen und Verdriesslichkeiten

wäre der Hüttenmann überhoben, wenn dies weniger der Fall wäre! Während Gold- und Silberarbeiten, wenn sie nach Jahrhunderten dem Schoosse der Erde, dem sie anvertraut waren, wieder entnommen werden, sich die unversehrte Form bewahrt haben, hat der unerbittliche Rost Eisenarbeiten in kürzerer Zeit in eine kaum Einiges der ursprünglichen Form noch kennzeichnende Masse verwandelt, und bis jetzt ist noch kein Schutz gefunden, der im Stande wäre, das Eisen dem Einflusse der auf dasselbe einwirkenden Stoffe ganz sicher und auf die längste Dauer zu entziehen.

Das in der Farbenwelt in seinen warmen Farbentönen so freudig begrüsste Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd ist für den Eisenhüttenmann und besonders und namentlich für den, welcher die Aufgabe hat, feinere Eisengüsse herzustellen, jedesmal ein trauriger, an Tausende von erlebten Missgeschicken erinnernder Anblick. Welchen Kummer erweckt bei dem Hüttenmann die Wahrnehmung des beginnenden Rostens an einem mit der grössten Vorsicht und Sorgfalt und Mühe hergestellten und mit vorschriftsmässigem, von allen Seiten empfohlenem Schutzmittel eingehüllten Gussstücke, und wie wenig wird doch im Allgemeinen erkannt und berücksichtigt, welche schwierige Stellung derselbe dadurch gegen die in edleren Metallen arbeitenden Kunstgenossen einzunehmen hat.

Der Zweck dieser Zeilen ist, von dem Verfahren zu reden, welches eingeschlagen werden muss, um dem Eisen den möglichst dauernden Schutz zu verleihen und steht dabei der auf galvanischem Wege erlangte Ueberzug mit Metallen von geringerer Verwandtschaft zum Sauerstoff, wohl Allem voran.

§. 33. Wie das grösste Unglück nun immer etwas Glück mit im Gefolge hat, so begünstigt gerade die grössere Verwandtschaft des Eisens (zum Sauerstoff) auch wieder das Verfahren, das Eisen mit einem solchen Ueberzuge eines schützenden Metalles zu versehen.

Bekannt ist es, dass das Kupfer aus seinen mit dem Sauerstoff eingegangenen Verbindungen durch hin-

zutretendes Eisen auszutreten gezwungen wird, um dem Eisen Platz zu machen. Das Kupfer legt sich aus diesen Verbindungen an die Stelle der von den freiwerdenden Säuren gelöst Eisentheilchen an und bildet einen schönen rothen Ueberzug.

Es würde derselbe ein sehr willkommener sein, wenn er fest haftete; dies ist aber leider nicht der Fall. Die Wechselwirkung bei diesem chemischen Prozesse ist eine so starke, dass die in Krystallform sich auf dem Eisen ablagernden Kupfertheilchen wegen ihrer Grösse nur eine lockere Verbindung unter einander eingehen können. Um diesen Niederschlag haftend zu machen, ist der sicherste Weg, aus den Kupfersalzen eine Cyanverbindung vermittelst Cyankalium herzustellen und die Stärke eines den Niederschlag bewirkenden galvanischen Stromes in die Hand zu nehmen. Der Niederschlag mit dem bei weitem nicht so starken elektrischen Strome, als ihn die direkte Einführung des Eisens in Kupfervitriollösung erweckt, wird mit der Abschwächung desselben feiner und fester werden.

Ein anderes Mittel, die Wirkung der Zersetzung zu verlangsamen, besteht darin, die neutralen Kupferverbindungen durch Zusatz von etwas Säure zu sauren zu machen, und wird man, ist der Zusatz ein ganz richtiger, die sehr erfreuliche Thatsache zu beobachten haben, dass der erlangte Kupferniederschlag ein ganz innig haftender und fester geworden ist, so dass ein Entfernen desselben nur mittelst Feile oder Meissel möglich ist.

Ist nun die Oberfläche des Eisens, das man mit diesem schützenden Ueberzuge versieht, eine ganz reine, so dass eine durch nichts unterbrochene Kupferschicht sich darauf hat ablegen können, so ist der Zweck vollkommen erreicht; leider aber ist die Herstellung einer ganz absolut reinen Oberfläche im Guss fast unmöglich, und doch ist dies durchaus nöthig, soll ein vollkommener Schutz gegen das Rosten des Eisens erlangt werden. Die kleinste Unterbrechung, eine Oeffnung, die mit blossem Auge gar nicht

wahrzunehmen ist, genügt, um beim Zutritt nur einiger Nässe eine Wechselwirkung zwischen den beiden Metallen hervorzurufen und sobald der galvanische Prozess zwischen denselben einmal vermittelt ist, zeigt sich die Wirkung auf Kosten des Eisens zunächst durch ein Pünktchen von Eisenoxydhydrat; die kleine Stelle nimmt immer mehr zu, setzt sich unter dem Kupferüberzuge weiter fort und verleiht dem in möglichster Vollkommenheit hergestellten saubersten Abgusse binnen Kurzem das unscheinbarste Ansehen eines alten abgenutzten Gegenstandes.

Unter Zuhilfenahme galvanischer Kräfte kann man das Eisen aber auch mit anderen Metallen überziehen, leider aber keine günstigeren Erfolge, als mit Kupfer erreichen, da die vorhin geschilderten Umstände auch bei den anderen Metallen dieselben bleiben und dieselben Wirkungen zur Folge haben.

§. 34. Eine besondere Vollkommenheit der Kupferüberzüge u. s. w. zeigen die damit versehenen Gusswaaren von Lauchhammer und sieht man sich veranlasst, bei dem Anblick dieser schönen galvanischen Ueberzüge dem dieselben ausführenden verdienstvollen Beamten, Herrn Starke in Lauchhammer, die vollste Anerkennung auszusprechen. Auch die Mägdesprunger Kunstgiesserei hat Eisen- und Zinkarbeiten mit gelungenen galvanischen Ueberzügen ausgestellt, so wie die Ilsenburger Kunstgiesserei darin nicht zurückgeblieben und mit den ausgestellten galvanisirten, theils mit Bronce überzogenen, theils patinirten Eisengüssen beweist, dass auch sie eine hohe Stufe der Vollkommenheit darin erreicht hat. Die Ilsenburger Giesserei ist im Stande, die grössten Ornamentarbeiten als Broncearbeiten erscheinen zu lassen, wie die Ausführung sehr grosser Arbeiten, z. B. bei der neuen Börse, der neuen Synagoge, dem neuen Rathhause in Berlin und viele andere beweisen. Fast sämmtliche dort als Bronceguss auftretenden Gegenstände sind in Ilsenburg in Eisen gegossen und galvanisch broncirt worden.

Mit Sicherheit kann eine weitere und noch mehr

befriedigende Vervollkommnung da erwartet werden, wo die allerdings grossen Schwierigkeiten, die mit der Ausführung verbunden, und die Kosten der Einrichtung, der Metalllösungen u. s. w. nicht gescheut, und vor Allem die Versuche durch die Kenntnisse der neueren Entdeckungen und Erfindungen darin wirksam können unterstützt werden.

Ein anderes, in Paris ausgeführtes, im Grossen angewendetes Verfahren von Oudry, der durch namhafte Unterstützung und die enormen Aufgaben der französischen Regierung und der Stadt Paris zu besonderen Anstrengungen befähigt war (hat er allein doch Tausende von Strassenkandelabern mit der schützenden Kupferhülle überziehen müssen), besteht darin, dass die Eisenabgüsse mit dem die Oxydation vor Allem besonders davon abhaltenden Oelanstriche mit rother Mennige sorgsam überzogen, dann mit Graphit leitend gemacht, einem mit angesäuerter Kupfervitriollösung angefüllten Bade unter Anwendung von Zinklösung dem gewöhnlichen galvanischen Kupferniederschlagsprozesse übergeben werden. Die sich bildende, in Folge der dem Prozesse gelassenen Zeit ziemlich starke Kupferhaut bietet nun, wenn sie vor äusseren Verletzungen geschützt ist, einen dauernden sichern Schutz gegen das Rosten; da aber erstere doch zu leicht entstehen (wie das Herabhängen einzelner Kupferfetzen an den genannten Kandelabern zeigt) so ist dieses Schutzmittel nur da zu empfehlen und anzuwenden, wo das eiserne Gussstück gegen jede äussere Verletzung gesichert aufgestellt und aufbewahrt werden kann.

Ueberdies leidet die Schärfe und das saubere Aussehen des Gusses ungemein durch das nothwendige dicke Auftragen der Mennigfarbe und gewinnt derselbe das Ansehen der Gusswaaren, welche von ungeübten und ungeschickten Händen erzeugt werden.

§. 35. Die vorher beschriebenen galvanischen, direkt auf die gereinigte Eisenfläche niedergeschlagenen Metallüberzüge würden da, wo eine Sicherung gegen äussere Verletzungen

nicht gegeben ist, unter allen Umständen vorzuziehen sein. Diese Art und Weise besitzt ausserdem den grossen Vorzug, dass man ganz Herr der Farbe und nach Stärke des elektrischen Stromes im Stande ist, aus derselben Solution sämmtliche Broncenüancen und andere Kupferlegirungen niederzuschlagen, wenn die Solution sämmtliche dazu nöthigen Metalle, die dem Kupfer zu den verschiedenen Broncen und Legirungen zugesetzt werden müssen, enthält. Der stärkste Strom wird das Zink, der schwächste das Kupfer vorwalten lassen.

Es war dem Verfasser dieser Zeilen (Schott) vor einiger Zeit die Aufgabe gestellt worden, Röhren zu Grubenzwecken von circa 18 Zoll Durchmesser, welche bestimmt sind, in schwefelsäurehaltige Wasser eingesenkt zu werden und deshalb eines besonderen Schutzes gegen das Rosten bedürfen, zur Probe mit einem Kupfer-, einem Zinn- und einem Zinküberzuge zu versehen. Das Gelingen scheiterte an dem erwähnten bösen Uebelstande der unvollkommenen Reinheit der Oberfläche und des in Folge dessen nicht dicht geschlossenen Ueberzuges. Der Verfasser war gezwungen, einen aus dem Sauerstoffe nicht zugängigen Elementen hergestellten farbigen Ueberzug in Vorschlag zu bringen und wird derselbe, wenn sich dieser Ueberzug bewähren sollte, nicht verfehlen, das Verfahren später seinen Fachgenossen bekannt zu machen.

Der beste Ueberzug, als Schutzmittel gegen das Rosten, der ja jetzt für dazu passende Gegenstände beim Eisen allgemeiner angewendet wird, ist die Emaillirung, und es ist recht erfreulich, so grosse Fortschritte darin wahrnehmen und selbst sehr grosse Gegenstände, wie grosse Kessel, sogenannte Holländer für Papierfabriken, Badewannen u. s. w., durch Emaille geschützt zu sehen. Leider erschweren nur die mit der Herstellung verbundenen grossen Kosten und die daraus resultirenden höheren Preise die allgemeine Anwendung, die auch nur auf die genannten Gefässe und damit verwandten Objekte beschränkt bleiben wird und beschränkt bleiben muss, da es doch Auf-

gabe (der Metallconstrukteure) ist, dem Eisen sein metallisches Ansehen zubewahren und zu erhalten.

Jede Imitation, das Eisen als Stein, Holz u. s. w. auftreten zu lassen, ist streng verwerflich, da sie mit den anzuwendenden Dimensionen, die doch der grösseren Festigkeit und Stärke des Metalles entsprechend sein müssen, nicht stimmt, und istdeshalb der jetzt eingeführte Eisenbaustyl wohl zu acceptiren, der sich von den Fesseln frei gemacht hat, in welchen die Schöpfung der Mehrzahl unter den Architekten, welche sich an die auf die Ausführungen der Architektur in Stein und Holz basirenden, von den älteren Meistern der Baukunst genau gegebenen Regeln gebunden erachten, noch immer gefangen gehalten werden. Das Auge, welches das Gefühl für die grössere Festigkeit des Metalles mit sich bringt, wird die gegen die alten bei Stein und Holz giltigen Regeln so zusammengezogenen geringeren Dimensionen desselben auch schön finden müssen, ebenso, wie es diese geringeren Dimensionen, auf Stein- und Holzarchitektur angewendet, als ganz verwerflich ansprechen würde. Das Auge verlangt wirklich nicht ein so genaues Festhalten an den alten Regeln der Säulenordnungen u. s. w. die doch eigentlich nur für Steinarchitektur gegeben und dafür so unübertrefflich schön sind.

Man vergesse nicht, dass auch das Auge mit dem immer mehr bis in die untersten Schichten der menschlichen Gesellschaft dringenden Verständnisse chemischer und physikalischer Gesetze auch mehr und mehr ein Verständniss für alle damit zusammenhängenden Fragen gewonnen hat, und sei die Annahme des neuen Eisenbaustyles hiermit aufs Wärmste empfohlen.*)

§. 36. Zurückkommend auf die Schutzmittel gegen das Rosten der Eisenabgüsse sind vor Allem die weiteren Fortschritte zu erwähnen, die, namentlich in galvanisch hergestellten Ueberzügen, in den letzten Jahren gemacht worden sind. Es ist fast

*) Das beredte Eintreten Schott's für die Einführung lebendiger Metallbauformen stimmt vollkommen mit den früher gegebenen Ansichten des Verfassers dieses Buches. Siehe S. 641, Abtheil. f.

kein Metall zur Herstellung eines Ueberzuges unversucht geblieben, und hat sich besonders der galvanische Ueberzug mit Nickel in letzter Zeit grosse Geltung verschafft, zu der dies Metall wegen seiner so geringen Verwandtschaft zum Sauerstoff besonders befähigt ist. Der aus einer mittelst verdünnter schwefelsaurer Lösung mit Aetzammoniak hergestellten blauen Solution galvanisch niedergeschlagene Nickelüberzug erscheint mit einer weissgrauen, nicht unangenehmen Farbe, und wird jetzt viel aus eben angegebenem Grunde selbst bei gewöhnlicheren Gussstücken als schützender Ueberzug angewendet, da er an der Luft und selbst an feuchter Luft bei der gewöhnlichen Temperatur nicht oxydirt.

Die mit Aetzkali durch aus Chlorverbindungen hergestellte Zinn- und Zinksolutionen gewonnenen Zinn- und Zinküberzüge geben dem Eisen gleichfalls schützende Deckungen, und ist deren Anwendung auch bereits eine sehr grosse geworden.

Namentlich spielen die Zinküberzüge eine grosse Rolle, da sie wirklich dauernde Schutzmittel namentlich für Schmiedeeisen sind. Der Eigenschaft, dass das sich an der Luft nach und nach bildende weisse Zinkoxyd selbst den besten Schutz gegen weitere Oxydation bildet, da dasselbe jedem weiteren Witterungseinflusse widersteht, hat das Zink die grosse Verwendung zu verdanken.

Soll nun aber der Eisenguss ein werthvolleres, prächtigeres Ansehen gewinnen, so muss zum Ueberzuge mit Gold und Silber geschritten werden. Beide Metalle kann man aus Cyanlösungen festhaftend direkt auf Eisen niederschlagen, werden aber nicht das gewünschte reine Ansehen gewinnen, wie die auf Kupfer oder Messing niedergeschlagenen besitzen, sondern immer einen etwas schmutzigen Ton zeigen. Es ist daher nöthig, die eisernen Gegenstände zuvor mit einem je nach dem gewünschten helleren oder tieferen Tone mit einem rötheren oder gelberen galvanischen Bronceüberzug zu versehen. Ist solcher sauber hergestellt, so kann man sich auf die besten Erfolge Rechnung machen.

Zum Reinigen der Oberfläche der gegossenen eisernen Gegenstände bediene man sich eines stark verdünnten Schwefelsäurebades, in das man die Gegenstände, aber nur möglichst kurze Zeit eingehängt. Sofort nach der Herausnahme bringe man sie in ein Bad von Kalkmilch, und lasse sie längere Zeit darin, um Gewissheit zu haben, dass alle freie Säure entfernt ist. Nach der Herausnahme behandele man sie mit aus Eisen- oder Messingdraht gefertigten Bürsten, und zwar mit rechter Ausdauer und Sorgfalt. Ein kräftiges namentlich rasches Behandeln der Gegenstände ist durchaus zur Herstellung sauberer Oberflächen nöthig. Dass das Gelingen der galvanischen Ueberzüge durchaus davon abhängig ist, ist oben bereits erwähnt.

Die broncirten, vergoldeten, versilberten, vernickelten, verkupferten u. s. w. Gegenstände werden derselben Manipulation mit Messingdrahtbürsten oder anderen Behandlungen noch unterworfen, je nachdem man blanke oder mattirte Oberflächen haben will.

Ganz glatte Flächen, die eine Politur zulassen, werden vorher auf den Polirbänken mit solchen versehen, am Besten nach dem Verlassen des Kalkmilchbades. Die Politur bei vergoldeten und versilberten Gegenständen ist die bekannte mit Polirsteinen, der vor der Galvanisirung die Politur mit dem Polirstahl vorhergehen muss. Für viele Zwecke genügt die sogenannte Oelvergoldung, welche mit Blattgold auf einem Leinölfirnissgrunde, welchem Chromgelb als Farbe zugemischt ist, hergestellt wird. Dass solche dauerhaft ist, wenn dabei mit der nöthigen Sorgfalt und Vorsicht verfahren worden, beweisen die in dieser Weise hergestellten uns aus ältester Zeit überkommenen Vergoldungen an Altären, Kirchengeräthen, Gitterwerken u. s. w.

§. 37. Um dieselbe richtig und dauerhaft herzustellen, ist vor Allem nöthig, den Untergrund richtig anzufertigen und hängt dies vornehmlich von der Güte des Firnisses und des Trocknens desselben ab. Wenn man Leinölfirnissfarbe in einem offenen Gefässe länger aufhebt, bildet sich auf demselben

eine feste, dichte Haut, unter deren Schutze sich der übrige Inhalt längere Zeit unverändert und flüssig erhält. Die Aufgabe ist nun, der angewendeten Firnissfarbe gleichfalls Zeit und Gelegenheit zur Bildung dieser Haut zu geben, und geschieht dies nur, wenn der Anstrich in freier Luft, nicht durch künstliche Wärme zum Trocknen gebracht wird, und zwar bis zu dem Grade, dass derselbe noch die oben nöthige Klebrigkeit besitzt, um das aufgelegte Goldblättchen fest mit sich zu verbinden. Führt man dies durch schnelle künstliche Erwärmung herbei, so findet ein Verdunsten der Oelsubstanz statt, und bleiben nur die nicht verdunstenden Farbenkörper zurück, die die schützende Kraft der Firnisshaut gegen das Rosten nicht besitzen. Vergoldungen in letzterer Weise hergestellt, sind nicht haltbar, während bei ersterem Verfahren dieselben die ursprüngliche Schönheit sich unverletzt, auf längste Zeit und unverändert bewahren. Nicht blos bei der Vergoldung, ganz im Allgemeinen ist für jeden Firnissanstrich dieselbe Regel zu beachten. Geschieht dies nicht, so verdunstet die wenige übriggebliebene nicht zur Hautbildung gelangte Oelsubstanz gänzlich, und hat zur Folge, dass die mit aufgetragene Farbensubstanz in Pulverform übergeht und abfärbt, wie zum grossen Leidwesen vieler Gartenbesitzer oft, namentlich bei weissen Anstrichen, wahrgenommen werden kann.

Die künstliche Broncirung mit Broncepulver, die auf solche mit Firniss- und Lackfarben gefertigte Unterlagen hergestellt werden, werden mit der Zeit stets unansehnlich und verlieren das metallische Ansehen. Um dies zu verhüten, bedürfen sie nothwendig eines Lackfirnissüberzuges, der aber ihnen den metallischen Glanz nimmt, einen Glasglanz giebt, und deshalb auf Eisen nur wenig Anwendung noch findet. Es sind nun verschiedene Verfahren eingeführt, um eine künstliche Broncirung und Imitation des antiken grünen Patinaansehens herzustellen. Am weitesten sind darin die französischen Maler gekommen, die fast Unglaubliches in Imitationen leisten. (Man denke nur

an die, Marmor und Holz täuschend nachahmend auf Zinnblättern (Stanniol) aufgetragenen Malereien mit dem dem imitirten Gegenstande eigenthümlichen besonderen Glanze in dem kleinen Pavillon der französischen Ausstellung in Wien, welche die Fabrik für peinture decorative sur feuilles d'étain 12. rue de Rocroy zu Paris ausgeführt hatte.) Auch in Berlin sind jetzt recht geschickte Hände thätig (z. B. Groditzki), und mehrere Eissengiessereien haben mehr oder weniger gelungene Versuche darin gemacht (Ilsenburg, Wasseralfingen, Lauchhammer u. s. w.).

Für ganz glatte Flächen können beim Eisenguss auch dieselben Anstriche, wie bei Lackirarbeiten, welche aus Blech hergestellte Arbeiten so geschmackvoll verzieren, angewendet werden, und gilt für dieselben das bekannte, bei den Lackarbeiten angewendete Verfahren. Auch hierbei hängt von der vorsichtigen und richtigen Behandlung des Untergrundes der Schutz gegen das Rosten ab.

Einer ganz besondern Empfehlung als ein das Eisen gegen Rost schützender Farbenanstrich hat sich eine neue, unter dem Namen „Diamantfarbe" eingeführte Firnissfarbe werth gezeigt. Dieselbe hat sich vielfach bewährt, und wird in Folge dessen allgemein verwendet. Aber nicht blos die grössere Haltbarkeit macht diesen Anstrich für Eisen besonders geeignet, sondern auch der angenehme, dem Aussehen des sauber gegossenen Eisens ganz ähnliche, eigenthümliche graubläuliche Farbenton, der dem Eisen den eigenthümlichen Charakter bewahrt, und der Wahrheit mehr die Ehre giebt, Eisen als Eisen erscheinen lässt, was immer Befriedigung gewährt.

§. 38. Eine besondere hübsche, anmuthende Farbe kann dem Eisen, namentlich dem reinere Flächen bietenden Stahle, auch dichten, sauberen Schmiedeeisenflächen durch Anlauffarben ertheilt werden. Herr Geheimrath Reuleaux, Direktor der Gewerbeakademie zu Berlin, ist um Herstellung solcher Farben besonders bemüht gewesen, und bewiesen die damit versehenen, in der Modellausstellung der deut-

schen Lehrmittelausstellung in Wien zur Anschauung gebrachten Gegenstände aus der Berliner Gewerbeakademie, welches befriedigende Aussehen den aus Stahl und Eisen hergestellten Gegenständen dadurch verliehen werden kann. Das Verfahren ist ein sehr einfaches und beruht darauf, dass nach den verschiedenen Erwärmungsgraden die schönsten, theils gelben, bronceähnlichen Farbentöne (wie diese eine amerikanische Ausstellung 1867 in Paris in überraschender Weise gezeigt hat) den Stahl- oder Eisengegenständen gegeben werden können, theils blaue, dunkelblaue und tief schwarze, wie letztere die nach Geheimrath Reuleaux's Anweisung gefertigten Ueberzüge in besonderer Schönheit zeigen. Zu letzterer schönen Färbung ist nöthig, den Gegenstand bis braunroth glühend zu erhitzen, so dass Papier darauf gehalten gelblich wird, dann Leinöl aufzutragen, und den Gegenstand möglichst geschwind abzureiben. Ein einfacher Apparat zum gleichmässigen Erwärmen besteht in einem mit Gestell versehenen weiten Roste, unter welchem am besten durch untergeschobene Petroleumbrenner die nöthige Temperatur für die an dem Gestell darüber aufgehängten Gegenstände hervorgebracht wird, und zwar so, dass eine genaue Beobachtung und die schleunigste Entfernung im richtigen Momente stattfinden kann. Dieses Verfahren ist dem in einem erhitzten Sandbade bei weitem vorzuziehen. Bei Anwendung des Leinölfirnisses wird häufig übersehen, dass solcher als Säure auf das Eisen wirkt, und ist es ein grosser Irrthum, wenn man z. B. glaubt, beim Einpacken eiserner Sachen durch mit Leinölfirniss getränktes Papier einen Schutz gegen Einwirkung eindringender Nässe zu gewinnen. Sie werden auch ohne Feuchtigkeit durch die dem Oele anhaftende Fettsäurewirkung mit Rost sich überziehen und sind manche herbe Verluste und grosse Verdriesslichkeiten Folge der Unbekanntschaft mit dieser Eigenschaft gewesen.

In Bezug auf verschiedene sonstige Ueberzüge sei noch erwähnt, dass verschiedene Giessereiverwaltungen solche zum Theil als Fabrikgeheimnisse

betrachten, so z. B. die Gräflich Stolberg-Wernigerodische Factorei zu Ilsenburg, als deren Beamter, der Verfasser dieser Zeilen, ein ziemlich gegen Rost schützendes Beizverfahren, das dem Eisen einen ansprechenden grauen warmen Farbenton verleiht, erfunden hat, und das bislang noch keine andere Giesserei nachzuahmen im Stande gewesen ist.

Um gebeiztes oder mit galvanischem Ueberzuge versehenes Eisen von entstandenen Rostflecken zu reinigen, bedient man sich am besten des Benzins, durch welches sie leicht entfernt werden können. Dasnach dem Verdunsten eintretende matte Ansehen wird durch starkes Abreiben mit einem wollenen, stark mit gelbem Wachs getränkten Läppchen gehoben, nachdem der Gegenstand bis etwas über Handwärmerhitzt worden ist.

Ein vorzügliches Mittel gegen das Rosten des Eisens, wenn man einmal Missbrauch treiben und von dem Grundsatze abgehen will, dass dem Eisen sein metallisches Aussehen bewahrt bleiben muss, was ja, wie oben bereits nachgewiesen, für die anzuwendenden Formen und Dimensionen, die seine Festigkeit und Haltbarkeit zulassen, so durchaus nothwendig erscheint, wird doch, da unter besonderen Umständen dennoch Gebrauch davon gemacht werden kann, z. B. zu Sockeln und Untersätzen u. s. w., noch angeführt werden müssen.

Es ist dies das sogenannte, wenig bekannte Absanden.

Das Gussstück empfängt dazu einen Untergrund von mit Leinölfirniss angeriebener rother Mennigfarbe. Ist derselbe recht ausgetrocknet, so wird eine Farbe aus Zinkblende, die bereits so fein zertheilt in den Handel kommt, dass sie mit Leinölfirniss gemischt eine sofort brauchbare, schöne steinfarbige Farbe bildet, darauf gestrichen und mittelst eines Beutels sofort Sand von beliebiger grauer, weisser oder rother Farbe stark darauf gestäubt, oder mit solchem Sande stark beworfen. Ist dieser Ueberzug mit dem Sande fest angetrocknet, so wiederholt man den Zinkblendeanstrich, sowie den Sandüber-

wurf. Solcher Ueberzug widersteht den Witterungseinflüssen auf die längste Zeit und kann auch als Schutzmittel für Holz verwendet werden.*)

5) Der ordinäre Maschinenguss, einschliesslich der Armaturen.

§. 39. Der gewöhnliche Maschinenguss und die Darstellung der Kesselarmaturen geschieht, sobald sie nicht grössere Massen von Guss beansprucht, in Sandformen unter Anwendung von Lehmkernen da, wo Höhlungen von einiger Ausdehnung vorkommen.

Wird eine ausgedehntere mechanische Bearbeitung, Ausdrehen, Hobeln, Bohren u. s. w. mit dem betreffenden Gegenstande vorgenommen, so ist es gerathen, die Formen in Masse herzustellen, selbst bei kleineren Gegenständen, z. B. Dampfcylindern. Wo ausgezeichnete Sande existiren, welche bei grosser Festigkeit doch so porös sind, dass sie nur leicht übertrocknet zu werden brauchen, um anwendbar zu sein, nimmt man derartige zum Maschinenguss.

Hauptprinzip ist, Bearbeitung zu ersparen, also muss der Maschinenförmer so arbeiten, dass unter der Gusshaut der zu bearbeitenden Stellen keine Fehler sich finden, die ein nochmaliges Ueberziehen mit dem Stahle nothwendig machen und eventuell dennoch das Stück unter den Ausschuss relegiren.

Man kann nun auch in einer guten Form ein schlechtes Gussstück erzielen, sobald man auf das Gussmaterial nicht gebührende Rücksicht nimmt.

Für den Maschinenguss gebraucht man sehr verschiedenartige Qualitäten, je nach der Bestimmung der Stücke, die abzugiessen sind. Für kleine Stücke, mehr zusätzlicher Natur im Maschinenorganismus, für inerte bewegte Massen (Schwungräder), unbewegte Maschinentheile, die nichts zu übertragen haben, kann man mit gewöhnlichen Mischungen auskommen. Für starke Sachen ohne grosse Bearbeitung, Ständer,

*) Die von der Gesellschaft Vieile Montagne (Angleur bei Lüttich) eingeführte Malerei mit Zinksilikat dürfte gleiche Resultate geben.

Rahmen, Sohlplatten u. s. w. ist ein festes, nicht zu feinkörniges Eisen erforderlich; Cylinder und Kolben verlangen neben Festigkeit auch noch dichte Textur und eine gewisse Härte. Bewegte und übertragende Maschinentheile, Rädergetriebe, Walzwerkstheile u. s. f. erfordern den höchsten Grad der Festigkeit, neben gleichmässiger Textur und guter Bearbeitbarkeit.

Für diese verschiedenen Fälle ist die geeignete Mischung aus den disponiblen Eisensorten herzustellen, wobei bestimmte Vorschriften nicht wohl gegeben werden können. Jedenfalls ist, namentlich bei härteren Mischungen, eine Prüfung der Festigkeit des Gemisches wie der einzelnen Sorten nothwendig.

Das schon citirte Buch von Ledebur giebt auch für Maschinenguss einige beachtenswerthe Winke.

6) Der massive Guss aus gewöhnlichem Eisen.

§. 40. Es giebt Aufgaben des Giessereibetriebes, welche die Schmelzung und Benutzung von sehr bedeutenden Gussmassen in relativ kurzer Zeit verlangen und deshalb unter besonderen Vorkehrungen nur gelöst werden können.

Dahin gehört in erster Reihe die Fabrikation von Hammerklötzen und Ambosstheilen; beide Gegenstände erreichen in der neuesten Zeit, wo die Stahl- und Eisenwerke so bedeutend erweitert werden, ein sehr hohes Gewicht und verlangen besondere Giessmethoden.

Die Hauptschwierigkeiten hierbei sind die anfängliche Herstellung einer so grossen Roheisenmenge, dass sie nicht schnell erstarrt und die rasche Nachlieferung von Eisen, damit an der Oberfläche der Stücke eine Gusshaut sich nicht bilden kann, ohne dass sie von frisch zulaufendem Eisen gehoben würde.

Die Herstellung der Form und das Entfernen des fertigen Gegenstandes verursachen geringere Schwierigkeiten; im Bezug auf den letzteren

Punkt hat man sich sogar entschlossen, die kaum zu transportirenden Riesenchabotten für Hämmer von 500—1000 Centner und darüber in der Ambossgrube, auf gemauertem Fundament herzustellen und — stehen zu lassen.

Wo das der Form der Chabotte wegen nicht gut angeht, begnügt man sich, die Form des Gussstückes in der für den Guss bequemsten Lage herzustellen und dann mittelst starker Winden und an den Klotz angegossener Zapfen das Stück blos umzudrehen oder umzulegen.

Das Formmaterial besteht am besten aus gebrannten feuerfesten Ziegeln, welche mit Chamotte gebunden und mit Eisen verankert sind; ausserdem ist die ganze Form fest einzudämmen und mit Beschwerungen zuzudecken. Bei hohem Druck muss das Ganze in einfache oder doppelte eiserne Kasten verschlossen und gut verschraubt werden.

Die Abkühlung des Gusses muss in der Zeitdauer möglichst beschränkt werden, es wird so kalt als es irgend angeht gegossen, so dass die Abkühlungszeit kein zu starkes Schwinden hervorrufen kann.

Wenn diese Güsse zu stark sich zusammenziehen, bilden sich zahlreiche wenig sichtbare Risse aus, welche die Festigkeit ausserordentlich beeinträchtigen.*)

§. 41. Was die Schmelzapparate anbetrifft, so ist deren Art gleichgiltig, wenn sie nur im Stande sind, die Anfangsquantität zu liefern; da man das Eisen nicht heiss vergiessen darf, sondern so kalt als möglich, so kann man mehrere Male aus einem Ofen in ein Reservoir abstechen, um jenes erforderliche Quantum zu erhalten und bekommt es immerhin heiss genug.

Man wählt gewöhnlich den billiger arbeitenden

*) F. von Ehrenwerth in Heft berichtete vor einiger Zeit über Risse in grossen Gussstücken und in Bessemerstahlingots insbesondere — ohne andere Gründe für die Erscheinung anzugeben, als die durch Beobachtung der Giessereiprozesse längst gefundenen (nach der Kärnthner Zeitschrift in Dingler 1873, 207, S. 56).

Cupolofen und wendet denselben bei einem solchen Guss in mehreren Exemplaren an.

Im ersten und auch in diesem Bande ist bereits bei Gelegenheit der Ireland'schen Oefen (Theil II, Abschnitt A, §. 75 und Theil III, A, §. 58 und 59) eine Cupolofenconstruktion beschrieben und auch abgebildet worden, welche bei Anlage zweier Oefen ausreichte, um in einer Zeit von 10—11 Stunden 4400 Centner Metall, mit Einschluss von 160 Centner Stahlbrocken, niederzuschmelzen.

Man kann dem Ireland'schen Ofen den Vorwurf machen, dass er zu scharf schmilzt und empfiehlt sich vielleicht eine andere Construktion.

In der Eisengiesserei des Krupp'schen Stahlwerkes zu Essen, wo sehr viel Massivguss ausgeführt werden muss, bediente man sich früher einfach konischer Cupolöfen, welche sich nach unten um etwas nur erweiterten und mehrere Vertikalreihen Formen hatten, um verschiedene Niveaus halten zu können. Die Schachtdimensionen betrugen 5—8 Fuss bei einer Höhe von 12—14 Fuss, so dass man hierbei mit den grössten Cupolöfen, die vielleicht existirten, zu thun hatte.

Die Guettier'schen Oefen (Bd. I, Taf. VI., Fig. 5—10) eignen sich, entsprechend gross gedacht, ebenfalls für grosse Schmelzen und niedrige Gusstemperatur.

Einen anders gestalteten Cupolofen für derartige grosse Schmelzen, 2,5 Meter lang, 0,70 Meter breit im Schachte, hat Ledebur zum Giessen einer 80,000 Kilogramm schweren Chabotte construirt und dabei zwei Reihen Düsen übereinander auf den Langseiten des Querschnittes angewandt.

Die untere Reihe enthält je drei Düsen von 20 Centimeter Weite, die obere dagegen je sechs Düsen von 10 Centimeter Weite, die gegenseitig abwechselnd standen, wie bei dem Rachette'schen Schachtofen.

Die Gichten bestanden aus 75 Kilogramm Cokes und 1050 Kilogramm Roheisen und es wurden 7000 Kilogramm Eisen in der Stunde geschmolzen.

§. 42. Zum Formen selbst bedient man sich naturgemäss keines Modelles; es ist die einfachste Lehmförmerei, nur dadurch etwas schwierig, weil es darauf ankommt, die Forminnenflächen eminent feuerfest herzustellen.

Die Eingüsse sind so zu disponiren, dass der Eisenstrahl nicht normal auf eine Innenfläche auftreffe; ist dieses beim besten Willen nicht zu vermeiden, so muss man in die Form an den gefährdeten Stellen Eisenplatten legen, die zwar aufgezehrt und geschmolzen werden, doch aber den ersten Anprall aushalten.

Kleine Brocken von gutem Eisen kann man überhaupt in die Form werfen, besser natürlich noch in das zum Guss dienende Vorreservoir, um das Eisen mehr zu kühlen.

Man giesst so langsam als möglich und hält, bei offnen Formen, die Oberfläche des flüssigen Gusses durch Kohlendecken u. s. w. so warm, dass sie nicht leicht fest werden kann; auch versucht man das Eisen zu bewegen, mindestens in den Vorreservoiren, um da schon das Erscheinen suspendirter Krystalle zu veranlassen. Man schöpft alle festen Ausscheidungen grösseren Umfangs heraus und beseitigt so den Anlass zu löcheriger Textur u. s. w.

Die Luft aus geschlossenen Formen lässt man wie bei jedem Lehmguss erst dann anzünden, wenn sie eine gewisse Geschwindigkeit erlangt hat. Uebrigens ist bei einem so grossen und in feuerfesten Formen dargestellten Guss die Gasentwickelung aus der Formsubstanz **relativ** sehr unbedeutend.

Offene Formen deckt man mit eisernen, lehmbestrichenen Hauben, um die Hitze zurückzuhalten und das Dach des betreffenden Raumes zu schonen.

Beim Erstarren giesst man fleissig frisches Eisen nach, so lange sich das Bestreben des Saugens zeigt

und überlässt dann das Gussstück dem Erkalten, das sehr lange dauert. *)

Ein besonderes Verfahren zur Darstellung dichter und fehlerfreier Metallgüsse, namentlich für Schmiedestücke, schwere Geschützrohre und Cylinder hydraulischer Pressen haben sich G. Bell und R. Luthy zu Bolton in Lancaster patentiren lassen. (Dingler's Journal 1866, 1, S. 360.)

Es besteht darin, die Form auszupumpen und möglichst luftleer zu machen, um alle im Metall befindlichen Blasen bildenden Gase rasch zu evacuiren. Dieses wird erreicht durch Benutzung eines Bessemergiesskessels, der mit Lehmverstrich dicht auf ein festes eisernes Gefäss gesetzt wird, das seitlich ein Luftabzugsrohr, ein Beobachtungsrohr, eventuell auch einen Abstich für übersteigendes Metall besitzt und seinerseits wieder mit der oberen Oeffnung der Form dicht verbunden ist.

Für den Eisenguss ist die Erfindung oder Benutzung bekannter Prinzipien nicht werthvoll genug, um weiter verfolgt zu werden.

§. 43. Um einen Begriff einer solchen Herstellung schwerer Stücke in speziellen Fällen zu geben, mag hier noch die Beschreibung der in Taf. XXIV., Fig. 1 und 2 abgebildeten Chabottenform für die Kanonenschmiede in Perm (Russland) Platz finden, wie sie vom Engineering 1874, Februar, S. 167, gegeben wird.

Der Ambossstock oder die Chabotte zu einem doppeltwirkenden 50 Ton-Hammer bestimmt, sollte ein Gewicht von 500 Tons = 10,000 Centnern erhalten; wer 1873 in Wien das hölzerne Modell des Klotzes gesehen, kann sich einen Begriff von der Sache machen. Nachdem das Pfahl- und Mauerfundament in der durch die Zeichnung ersichtlichen

*) Bei einem Ambossguss zu Woolwich gebrauchten 103 Tons Gusseisen, aus drei Giesskesseln zu einem Chabottenstück verbraucht, 1 Monat Zeit zur Abkühlung. (Wieck's Gewerbezeitung 1873, S. 40.)

Weise fertig gemacht und ausgetrocknet worden war, errichtete man zunächst den viereckigen, starkwandigen Formkasten von zweizölligen Eisenplatten, deren gegenseitiger Zwischenraum mit Formsand vollgestampft wurde.

Dann wurde der Boden der Form durch vier Ziegellagen, auf dem Fundamente selbst aufliegend, hergestellt und sorgfältig getrocknet; darauf kam, unter Aussparen von Luftkanälen, ein Pflaster von vier Reihen feuerfester, zunächst horizontal gelegter, darüber aber steilrecht gestellter Ziegel, durch Chamottemasse genau verbunden.

Dann wurden die Seiten aufgemauert und mit Sand hinterstampft, in den eine Reihe eiserner Rohre zu liegen kamen, welche die Luft aus der Bodensubstanz ziehen sollten.

Während nun die offene Form, wie eben berichtet, hergestellt wurde, beeilte man die Aufstellung von vierzehn Mackenzie'schen Cupolöfen und die Vorbereitung von drei Gebläsen, da jeder der Oefen bei der beabsichtigten und schon erprobten Anwendung von Anthracit circa 4000 Kubikfuss Luft brauchte.

Es waren vorhanden:

1) 1 horizontale Maschine von 150 Pferden mit 4 Blasecylindern, à $6^1/_2$ Fuss Durchmesser und 7 Fuss Hub.

2) 1 vertikale Maschine von 60 Pferden und 2 Blasecylindern, à 6 Fuss Durchmesser und 7 Fuss Hub.

3) 1 ganz neue Maschine mit 2 Cylindern, à 8 Fuss Durchmesser und $7^1/_2$ Fuss Hub.

§. 44. Die Schmelzmaterialien bestanden in:

141,120	Pfund	Anthracit,
114,240	„	Cokes,
255,360	„	Brennstoff und
1,786,400	„	Eisen aus Blagodat Magneteisensteinen.

Am 26. Januar 1873 um 3 Uhr 15 Minuten früh

wurden die Oefen angezündet, um 3 Uhr 45 Minuten wurde eine Maschine angelassen, 10 Minuten später die zweite und noch 10 Minuten später die dritte Maschine.

Das Schmelzen begann um 4 Uhr 5 Minuten und das Schliessen der Stiche; nach 3 Minuten war das Eisen da und wurde in die Form laufen gelassen.

Nach zweistündigem Schmelzen, um circa 6 Uhr, wurden die Oefen gereinigt und diese Operation um 7 Uhr 40 Minuten beendet; andere Arbeiten hielten noch drei Stunden auf, so dass erst um 10 Uhr 35 Minuten weiter geblasen wurde. Um 3 Uhr Nachmittags war die zweite Unterbrechung des Schmelzens und es standen zu der Zeit schon 10 Fuss Eisenniveau in der Form, entsprechend 880,000 Pfund circa.

Abends 7 Uhr 25 Minuten ging die Füllung der Oefen von Neuem an, um 10 Uhr 35 Minuten wurde angeblasen und um 11 Uhr 15 Minuten kam das erste Eisen; der Guss wurde nun bis 4 Uhr 3 Minuten früh fortgesetzt und abermals gereinigt. Für den durch Messung sich ergebenden Rest von 24,000 Pfund Eisen wurden nur noch zehn Oefen in Betrieb erhalten und um 5 Uhr 26 Minuten in Betrieb gebracht; dieser letzte Guss dauerte von 7 Uhr bis 7 Uhr 21 Minuten, nachdem das Eisen in den Oefen angesammelt worden war.

Nach Vollendung des Absticches war die Oberfläche mit Kohlenstaub bedeckt worden und nach zwei Tagen war erst eine dünne Kruste entstanden, welche, durchgeschlagen, das eigenthümliche Phänomen zeigte, dass, im Anfang wenigstens, das flüssige Eisen unter dem Contraktionsdruck der äusseren Hülle stehend, aus der gemachten Oeffnung hervorsprudelte.

Die Temperaturmessungen ergaben eine äusserliche Abnahme von 72° F., dann von 54°, endlich 32° per Tag; also eine gleichmässige Verminderung der Abnahme.

Von Interesse ist noch eine kurze Schilderung eines anderen grossen Gusses.

Winby Brothers auf den Atlas Works, Cardiff, gossen im Herbst 1870 den Cylinder eines grossen Dampfhammers von 45 Zoll Durchmesser, 10 Fuss Länge, 3 Zoll Eisenstärke.

Am Cylinder waren gleichzeitig die Dampfkanäle, die Schieberkastenplatte und der Dampfkasten angegossen und das Gesammtgewicht betrug 18 Tons = 360 Centner.

Das Eisen wurde in zwei Cupolöfen geschmolzen und diese mit einem Roots'schen Kapselventilator betrieben. Das Schmelzen dauerte 2 Stunden 10 Minuten und das Giessen 57 Secunden.

Der Dampfhammer, von Macpherson in St. Petersburg, einem der Eigenthümer der Baltic Iron Works, entworfen, ist zum Abschmieden schwerer Kanonen bestimmt. Er wiegt im Ganzen über 100 Tons = 2000 Centner (ausgemauertes Fundament und die Chabotte) und gehört unter die Klasse der doppeltwirkenden Dampfhämmer.

Abtheilung b. *Beschreibung solcher Arbeiten und Fabrikationszweige, bei welchen eine Veränderung des gewöhnlichen Materiales von vornherein nothwendig ist oder nach dem erfolgten Guss stattgefunden hat.*

§. 45. Die hierher gehörenden Erscheinungen sind bereits mehrfach besprochen worden; die Darstellung besonders fester Eisensorten durch Flammofenschmelzung mit längerem Aufenthalt des Eisens im Ofen, die Fabrikation der Walzen aus Eisengemischen und aus gefeintem Eisen, die Ausführung der verschiedenen Hartgüsse sind schon mannigfach berührt worden.

Noch gehören in diese Abtheilung die Anfertigungsmethoden von schmiedbarem Guss.

Sehr interessant ist im Bezug auf diese Dinge ein Vortrag, den Zerah Colburn, der bekannte, leider zu früh verstorbene Gründer des Engineering, über die bei dem Umschmelzen des Eisens auftretenden technischen Probleme gehalten hat. (Mechanics

Magazine XIII., New Series 1865, I., S. 219, bearbeitet vom Verfasser für die deutsche Industriezeitung.)

Bei der nachstehenden Charakteristik der einzelnen Fabrikationszweige wird darauf mehrfach zurückgegriffen werden; die genannten Fabrikationszweige sind:

1) Die Fabrikation der Walzen zur Metall-, Papier- und Zeugbearbeitung.
2) Die Fabrikation der Geschütze.
3) Die Fabrikation des Hartgusses zum Kriegs- und Eisenbahnbedarf.
4) Die Fabrikation des schmiedbaren Gusses.

1) Die Fabrikation der Walzen zur Metall-, Papier- und Zeugbearbeitung.

§. 46. Man unterscheidet, wie das schon vielfach angedeutet wurde, weiche Walzen und harte Walzen.

Die letzten werden meistens mit glatter Bahn dargestellt und sind nach der Begriffstheilung der Walzarbeit weniger Streckwalzen, als Vollendungs- oder Polirwalzen. In dieselbe Kategorie gehören die Münzwalzen, die Walzen zur Papier- und Textilindustrie u. s. w.; im Bezug auf die kleineren Dimensionen solcher Walzen hat der Stahlguss dem Gusseisen neuerdings eine gewisse Concurrenz gemacht und Stahlwerke machen vielfach ihre Walzen aus Mischungen von Stahl und Roheisen.

Das Formverfahren bleibt aber für die verschiedenen Sorten des Gussmateriales ziemlich gleich und nur die Schmelzapparate differiren.

Das Gebiet der Walzengiesserei theilt sich nach Material und Apparaten in zwei Abschnitte:

aa) Die Darstellung und der Guss von weichen Walzen.

bb) Die Darstellung und der Guss von Hartwalzen.

Im Anschluss an die Behandlung des letzten

Kapitels wird dann noch die Ausführung der Dreharbeit bei den Hartwalzen betrachtet, die für die Walzenfabriken von einiger Wichtigkeit ist.

aa) Die Darstellung und der Guss von weichen Walzen.

§. 47. Das Material der weichen Walzen ist ein halbirtes Eisen von feinhakigem Bruch, dessen Farbe sich nach der Grösse der Walzen richtet, grosse, schwere Walzen können eine härtere; weissere Mischung gebrauchen, mittlere und kleine Walzen verlangen ein weicheres graues Material.

Erste Anforderung an dasselbe bleibt aber unter allen Umständen die höchste Gleichmässigkeit des Korns und Gefüges; alle Unregelmässigkeiten, besonders in der Vertheilung der Graphitausscheidung, sind dem Erfolg der Arbeit nachtheilig, denn sie bedingen eine ungleiche Widerstandsfähigkeit der Oberflächen im Verlauf des Gebrauches.

Diese Homogeneität wird am besten erreicht, wenn man ein Roheisen von der bestimmten Qualität einschmilzt und daraus die Walzen giesst, oder wenn ein sehr graues Eisen, eingeschmolzen und partiell gefeint, zum Guss verwendet wird. Muss man, aus Gründen der Zweckmässigkeit, Mischungen anwenden, so empfiehlt es sich, auf die vollkommenste Legirung zu achten und vor dem Guss alle eventuell auftretenden halbfesten Ausscheidungen zu beseitigen. Die vollkommene Legirung wird erreicht:

Wenn die Bestandtheile nicht sehr verschiedenartig sind, oder wenn sehr verschiedenartige Bestandtheile durch andere vermittelt werden (ein weisses splittriges Eisen und ein grobkörniges Giessereiroheisen geben, zusammen geschmolzen, keine innige Legirung, es muss ein halbirtes Eisen als Vermittelung beider zugesetzt werden).

Wenn die sämmtlichen Bestandtheile sehr hitzig eingeschmolzen worden sind und im Schmelzapparat fein vertheilt auf einander wirken

konnten. (Ein schlechter Schmelzapparat kann also nicht gut zum Walzenguss aus verschiedenen Componenten verwandt werden, sondern es muss ein guter Ofen dazu da sein, wenn genügende Resultate erreicht werden sollen.)

Aus den späteren Beispielen erhellt die übliche Praxis der Giessereien.

§. 48. Die Förmereiarbeit wurde früher mit Modellen betrieben, nachher mit Chablonen, wie dieses bereits auf Taf. XVII., Fig. 5, 6, 7, 8 und S. 584 u. ff. dieses Bandes erläutert wurde.

Zur weiteren Illustration der Förmereimethoden mögen die Fig. 1, 2, 3, 4, 5 der Taf. XXV. dienen, welche nach einer handschriftlichen Mittheilung die früher in Seraing üblich gewesene Walzenförmerei mit Modellen illustriren. Während Fig. 1 die zum Guss zusammengesetzte Form im Längsschnitt vorstellt, zeigen Fig. 2 und 3 Querschnitte der Form, einmal durch den Walzenkörper, dann in der Höhe des tangentialen Eingusses unter dem Walzenkörper, am Anfange des Zapfens; Fig. 4 erläutert die Bauart und das Zusammenfügen der einzelnen Kastentheile und Fig. 5 zeigt das zweitheilige Walzenmodell mit abnehmbarem Oberzapfen.

Die Chablonirmethode hat alle anderen Methoden verdrängt und erlaubt es namentlich, Kaliber einzudrehen und so die durch Drehen abzunehmende Gusshaut auf ein Minimum zu reduciren. Wo allerdings die Kalibercontour normal zur Achse der Walze ist, setzen sich leicht Unreinigkeiten an die obere beim Guss waagrecht stehende Contour an und man muss letztere nach dem Walzenmittel hin ein wenig ansteigen lassen; — wird indess scharf gegossen, so verschlägt es nichts und es bleibt an dem Formmantel wenig sitzen.

Bei der Zubereitung der Masse ist auf möglichste Magerkeit Rücksicht zu nehmen; jede fette Masse zerreisst und zerspringt, so dass die Walze nachher mit zahlreichen verzweigten Nähten auf der Oberfläche bedeckt erscheint. Ebensowenig darf die

Masse an das Eisen anschmelzen, da sonst ein Behauen der schadhaften Stellen nothwendig und das Abdrehen sehr aufgehalten wird.

Je genauer eine Walzenform präparirt ist, um so mehr erspart man Bearbeitungskosten und um so dichter ist die Arbeitsfläche, da ja durch Wegnahme einer dickeren Schicht Eisen die weicheren Theile des Walzenfleisches erreicht werden und die resultirende Walzenfläche wenig widerstandsfähig sich darstellt.

§. 49. Am besten lernt man die Walzenfabrikation kennen durch die folgenden, theils nach eigenen Erfahrungen, theils nach Mittheilungen von befreundeter Hand gesammelten Notizen, betreffend das Verfahren verschiedener Werke.

Was zunächst die durch den Guss weicher Walzen renommirte königl. Eisengiesserei bei Gleiwitz anlangt, so folgen hier eine Anzahl von Gussrecepten aus den Jahren 1859—1860 nach dem Notizbuch des verstorbenen Giessereiaufsehers Volcksdorff.

3 Feineisenwalzen für Sophienhütte.

	15 Ctr.	Walzenköpfe und zerschnittene Walzen,
	5 „	halbirtes Feineisen,
	5 „	Brucheisen,
	20 „	dichtes Hochofeneisen von warmem Wind,
	5 „	„ „ „ kaltem „
Zus.	50 Ctr.	Einsatz.

Der Schmelzer verbrauchte $7^1/_2$ Tonnen Kohlen und lieferte 9 Ctr. Brucheisen zurück.

Blechwalze für Krems.

	40 Ctr.	Walzenköpfe und zerschnittene Walzen,
	15 „	Brucheisen,
	20 „	dichtes Hochofeneisen von warmem Wind,
	10 „	halbirtes „ „ „ „
	10 „	dichtes „ „ kaltem „
Zus.	95 Ctr.	Einsatz.

Der Schmelzer verbrauchte 13 Tonnen Kohlen und lieferte 11 Ctr. Brucheisen zurück.

Bahnschienen-Oberwalze für Piela.

38 Ctr. Walzenköpfe und Brucheisen,
18 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 56 Ctr. Einsatz.

Der Schmelzer verbrauchte 7 Tonnen Kohlen und lieferte 5 Ctr. Brucheisen zurück.

Bahnschienen-Oberwalze für Königshütte.

30 Ctr. Walzenköpfe und zerschnittene Walzen,
10 „ Brucheisen,
25 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 65 Ctr. Einsatz.

Der Schmelzer verbrauchte 8 Tonnen Kohlen und lieferte 6 Ctr. Brucheisen zurück.

Blechwalze für Krems.

71 Ctr. Walzenköpfe und Brucheisen,
24 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 95 Ctr. Einsatz.

Der Schmelzer verbrauchte 12 Tonnen Kohlen und lieferte 14 Ctr. Brucheisen zurück.

3 Feineisenwalzen für Königshütte.

20 Ctr. Walzenköpfe und zerschnittene Walzen,
5 „ Brucheisen,
25 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 50 Ctr. Einsatz.

Der Schmelzer verbrauchte 7 Tonnen Kohlen und lieferte 12 Ctr. Brucheisen zurück.

Stabeisenwalze für Königshütte.

30 Ctr. Walzenköpfe und Ausschusswalzen,
10 „ Brucheisen,
25 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 65 Ctr. Einsatz.

Der Schmelzer verbrauchte 8 Tonnen Kohlen und lieferte 5 Ctr. Brucheisen zurück.

§. 50. Folgen noch einige Recepte ohne Angabe der Resultate.

3 Feineisenwalzen für Königshütte.

25 Ctr. dichtes Hochofeneisen,
15 „ Brucheisen,
10 „ Walzenköpfe,
Zus. 50 Ctr. Einsatz.

3 Feineisenwalzen für Königshütte.

25 Ctr. Brucheisen und Walzenköpfe,
25 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 50 Ctr. Einsatz.

Walze für Königshütte.

$29^1/_2$ Ctr. Walzenköpfe,
13 „ Brucheisen,
6 „ weniger dichtes Roheisen,
$22^1/_2$ „ dichtes Roheisen,
Zus. 71 Ctr. Einsatz.

3 Feineisenwalzen für Königshütte.

25 Ctr. Brucheisen und Walzenköpfe,
25 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 50 Ctr. Einsatz.

3 Feineisenwalzen für Rosthorn in Prävali.

30 Ctr. Brucheisen und Walzenköpfe,
10 „ Hochofeneisen,
12 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 52 Ctr. Einsatz.

1 Blechwalze für Königshütte.

Erster Ofen:

53 Ctr. Walzenköpfe und Brucheisen,
20 „ dichtes Hochofeneisen,
27 „ halbirtes Hochofeneisen,
Zus. 100 Ctr. Einsatz.

Zweiter Ofen.

	27 Ctr.	Walzenköpfe und Brucheisen,
	10 „	dichtes Hochofeneisen,
	13 „	halbirtes Hochofeneisen,
Zus.	50 Ctr.	Einsatz.

3 Feineisenwalzen für Rosthorn.

	25 Ctr.	Walzenköpfe und Brucheisen,
	15 „	dichtes Hochofeneisen,
	10 „	weniger dichtes Hochofeneisen,
Zus.	50 Ctr.	Einsatz.

3 Feineisenwalzen für Rosthorn.

	35 Ctr.	Walzenköpfe und Brucheisen,
	20 „	dichtes Hochofeneisen,
	10 „	weniger dichtes Hochofeneisen,
Zus.	65 Ctr.	Einsatz.

2 Feineisenwalzen für Rosthorn.
1 Feineisenwalze für Königshütte.

	32 Ctr.	Walzenköpfe und Brucheisen,
	8 „	halbirtes Feineisen,
	16 „	dichtes Roheisen,
Zus.	56 Ctr.	Einsatz.

1 feste Blechwalze für Piela.

Erster Ofen.

25 Ctr.	dichtes	Hochofeneisen,
6 „	weisses	
19 „	halbirtes	Feineisen,
5 „	weisses	

Zweiter Ofen.

	30 „	dichtes	Hochofeneisen,
	8 „	weisses	
	24 „	halbirtes	Feineisen,
	3 „	weisses	
Zus.	120 Ctr.	Einsatz.	

6 Feineisenwalzen für Herminenhütte.

60 Ctr. Walzenköpfe und Brucheisen,
20 „ halbirtes Hochofeneisen,
20 „ halbirtes Feineisen,
Zus. 100 Ctr. Einsatz.

1 Bahnschienen-Unterwalze für Königshütte.

48 Ctr. Walzenköpfe,
30 „ Feineisen,
30 „ dichtes Hochofeneisen,
Zus. 108 Ctr. Einsatz.

§. 51. Nachdem der Verfasser die Leitung des Eisengiessereibetriebes 1861 übernommen und zunächst von der traditionellen, mittleren Zusammensetzung des Walzengiessereimateriales, die sich auch aus den vorstehenden Recepten ergiebt, nämlich $^1/_3$ graues oberschlesisches Cokesroheisen, $^1/_3$ graues oberschlesisches Holzkohlenroheisen, $^1/_3$ guter Walzenbruch ausgegangen war, machte er sich ausführliche Notizen über den Verlauf einzelner Walzengüsse, aus denen die folgenden mitgetheilt sind.

1 Kaliberwalze für Piela.

1800 Pfd. Flammofenbarren (hiesiges Eisen),
1400 „ Walzenköpfe (dunkelhalbirt),
neben 18 Ctr. Holzkohlenroheisen von Peiskretscham (grobkörnig),
und 4 „ Brucheisen, zus. 54 Ctr. gaben bei 7 Tonnen Kohlen 5 Ctr. halbirtes aber drehbares Tümpeleisen.

3 Feineisenwalzen für Redenhütte.

15 Ctr. Holzkohlenroheisen von Peiskretscham,
20 „ Flammofenbarren von hier,
5 „ starkes Brucheisen,
5 „ halbirtes Tümpeleisen aus eigenem Betrieb,
zus. 45 Ctr. gaben bei 7 Tonnen Kohlen 8 Ctr. grobhalbirtes Tümpeleisen, wenig abschreckend.

3 Feineisenwalzen für dasselbe Werk.

16 1/2 Ctr. Holzkohlenroheisen,
8 „ fleckiges Brucheisen vom Lehmformhause,
7 1/2 „ eben solches Tümpeleisen, stark abgeschreckt,
8 „ grobhalbirtes Tümpeleisen,

zus. 40 Ctr. gaben bei 7 Tonnen Kohlen 7 Ctr. weisshalbirtes Tümpeleisen mit spiegelndem Bruch an den Kanten, stahlhart. Die Walzen wurden Ausschuss. *)

3 Feineisenwalzen für dasselbe Werk.

11 Ctr. Holzkohlenroheisen,
5 „ Cokesroheisen,
16 1/2 „ gutes graues Brucheisen aus dem Lehmformhause,
9 „ halbirtes Tümpeleisen,

zus. 41 1/2 Ctr. gaben bei 7 Tonnen Kohlen 7 Ctr. schwachhalbirtes Tümpeleisen von brauchbarer Beschaffenheit.

3 Walzen für Redenhütte (Ersatz).

20 Ctr. Holzkohlenroheisen (Peiskretscham),
15 „ Cokesroheisen (Gleiwitz),
7 „ Tümpeleisen,

42 Ctr. in Summa gaben bei 7 Tonnen Kohlen 5 Ctr. weiches, etwas halbirtes Tümpeleisen. Walzen vorzüglich!

3 Ersatzwalzen für Herminenhütte.

10 Ctr. Holzkohlenroheisen (Peiskretscham),
4 „ Holzkohlenroheisen (Kuźnitzka),
10 „ Flammofenbarren,
13 „ grobes Brucheisen,
5 „ halbirtes Tümpeleisen,

42 Ctr. in Summa gaben bei 7 Tonnen Kohlen 3 Ctr. halbirtes Tümpeleisen.

*) Auf die Drehbank genommen, zeigten sie sich fast weiss an der Peripherie und unregelmässig in weiten Abständen gesprenkelt.

3 Ersatzwalzen für Herminenhütte.

12 Ctr. Holzkohlenroheisen (Peiskretscham),
6 „ Holzkohlenroheisen (Kuźnitzka),
12 „ Flammofenbarren,
10 „ grobes Brucheisen, W.-R,

40 Ctr. in Summa gaben bei 7 Tonnen Kohlen gute Walzen und kein Tümpeleisen.

3 Walzen für Mayr in Leoben.

20 Ctr. Holzkohlenroheisen (div.),
8 „ Flammofenbarren,
12 „ verlorne Köpfe (aus ersteren Walzen),

40 Ctr. in Summa gaben bei 6 Tonnen Kohlen 10 Ctr. vorzügliches halbirtes und schwachschreckendes Tümpeleisen. *)

3 Walzen für Mayr in Leoben.

20 Ctr. Holzkohlenroheisen,
20 „ halbirtes Tümpeleisen früherer Abstiche,

40 Ctr. in Summa gaben bei 7 Tonnen Kohlen 3 Ctr. vorzügliches schwachhalbirtes Tümpeleisen.

§. 52. Weitere Bemerkungen über den Gleiwitzer Walzenguss sind überflüssig und es folgen noch eine Reihe von Receptnotizen über Walzenfabrikation am Niederrhein und in Westphalen, welche der Verfasser befreundeter Hand verdankt.

Concordiahütte bei Bendorf. (Gebrüder Lossen.) Die Walzen werden direkt aus dem Hochofen dargestellt und zwar aus lichtgrauem Eisen. Ist das Roheisen nicht hell genug, so wird eine Partie selbsterzeugtes weisses Roheisen im Cupolofen geschmolzen und dem Eisen aus dem Hochofen zugesetzt. Die Walzen haben nach dem Abdrehen einen

*) Auf der Drehbank verhielten sich die drei ersten Mayr'schen Walzen insofern anders als die für Redenhütte ausgeführten, als der Bohrspan kurz und mürbe war, Beweis eines feineren und härteren Gefüges, wohl dem Einfluss des Holzkohlenroheisens zuzuschreiben.

Durchmesser von 24 Zoll rhein. und eine Zapfenstärke von 14 Zoll. Die Kuppelung wird oben mit angegossen; der Sauger auf der Walze geht konisch nach oben und wiegt circa 12 Ctr. Die Walzen werden sehr hitzig gegossen, nach dem Guss wird nicht gepumpt, sondern nur stets hitziges Eisen nachgegossen. Der Einguss erfolgt tangential von unten, am Ballen, zunächst der Zapfengrenze.

Analog war früher das Verfahren in Sayn.

§. 53. Walzwerk der Aktiengesellschaft Styrum in Oberhausen. Sämmtliche hier gebrauchte Blech- und Kaliberwalzen werden auf dem Werke selbst angefertigt. Die nur für Gussstücke des eigenen Bedarfs eingerichtete Giesserei hat zwei Cupolöfen und einen Flammofen, aus welchem letzteren die Walzen gegossen werden. Die Construktion desselben ist sehr einfach; der Einsatz erfolgt in der Nähe der Feuerbrücke, der Abstich ist nahe der Esse. Als Material werden alte französische und schwedische Kanonen von ganz vorzüglicher Güte angewendet, welche früher zu $1^1/_{10}$ Thlr. pro Ctr. gekauft sind. Der Sauger läuft nach oben ziemlich konisch aus. Die obere Kuppelung wird nicht angegossen, sondern der Zapfen läuft rund bis zur Wurzel des Saugers. Der Kuppelzapfen wird nach dem Abdrehen der Walze auf einer zu sonstigen Zwecken nicht mehr verwendbaren Drehbank mittelst eines umlaufenden Drehstahles ausgefraist. In Zeit von 24 Stunden ist der Kreuzzapfen ohne Beihilfe eines Schlossers hergestellt. Die Zapfen der Walzen haben einen Durchmesser von 11 Zoll.

§. 54. Aktiengesellschaft Gute Hoffnungshütte zu Sterkrade. Die Walzen werden aus dem Flammofen gegossen. Derselbe fasst bis 150 Ctr. flüssiges Roheisen und ist nach demselben Prinzip construirt, wie der unsrige. Der Einsatz erfolgt kalt und zwar werden die Roheisengänge aufrecht gestellt. Viele Walzen, namentlich Rohschienenwalzen, werden aus gebrochenen grossen Stücken im Flammofen dargestellt.

Eine Mischung besteht z. B. aus:

25 Ctr. ganz hellem Hematite Nr. 3, Warrington,
25 „ eigenem grauen Holzkohlenroheisen,
25 „ engl. Harrington, weiss,
25 „ Sauger von Walzen.

Nach acht Stunden ist das Schmelzen beendet. Die Zapfen der Walzen haben 11 Zoll Durchmesser nach dem Abdrehen und die Kuppelung wird gleich mit angegossen. Der Sauger läuft nach oben stark konisch an und wird stets voll flüssigen Eisens gehalten. Gepumpt wird circa drei Stunden lang; trotzdem habe ich bei mehreren alten Walzen, deren Zapfen unter dem Schlagzeug abgeschlagen waren, im Innern kleine Höhlungen, besetzt mit krystallisirtem Eisen, gefunden. Der Anlauf wird ziemlich stark gemacht. Der Einguss erfolgt stark tangential von unten.

Was speciell die Construktion der Walzenzapfen betrifft, so ist hier noch der Ansicht des Herrn Oberingenieur Jacobi zu gedenken, welcher die eigentliche Auflagerung des zum mindesten 15, wenn irgend möglich 17 Zoll starken Zapfens nur 8 Zoll lang nimmt; dann läuft der Zapfen ganz allmälig (in der Länge der alten Zapfen) bis zum Ballen der Walzen an, welcher mindestens 30 Zoll stark gemacht werden soll. Eine grössere Reibung der Zapfen wird hierdurch nicht erzeugt, da der Druck sich auf eine um so grössere Fläche vertheilt. Die Kuppelung hat übrigens denselben äusseren Durchmesser wie der Laufzapfen.

§. 55. Horst bei Steele. — Neu-Schottland. Auch hier werden die benöthigten Walzen loco fabricirt in einer etwas kleinen Giesserei, die nur für den eigenen Bedarf arbeitet. Die Walzen, welche fertig einen Zapfen von 14 Zoll haben und im Mittel 24 Zoll von einander abstehen, werden durchgängig aus dem Flammofen gegossen, der ähnlich wie in Königin Marienhütte construirt ist. Als Material dienen grosse Bruchstücke von alten Walzen oder eine ähnliche Mischung, wie bei Sterkrade angegeben ist. Der

Sauger ist sehr gross und erweitert sich nach oben sehr stark. Der Anlauf des Zapfens ist ebenfalls bedeutend. Für die Hartwigschienen und grossen T-Eisensorten wiegen die Walzen durchschnittlich 100 bis 120 Ctr. Das Walzendrehwerk ist sehenswerth. Seitdem die Stahlfabrikation dort im Gange ist und das Werk mit Hattingen und der Dortmunderhütte in den Besitz der Union zu Dortmund übergegangen ist, hat man Erweiterungen und andere Arbeitstheilung, sowie die Benutzung des Stahles als Gussmaterialzusatz eingeführt.

§. 56. Bochumer Verein für Bergbau und Gussstahlfabrikation. In der für die sonstige Grösse und Bedeutung des Werkes höchst kläglich und schlecht eingerichteten alten Giesserei befanden sich zwei Cupolöfen gewöhnlicher Construktion und ein Flammofen von ähnlicher Einrichtung wie der unsrige. Die neue Giesserei ist dagegen sehr geräumig und mit zahlreichen Schmelzapparaten versehen. Die Walzen haben 16 Zoll Zapfendurchmesser und stehen im Walzwerke von Mitte zu Mitte 26 Zoll von einander. Der Einguss ist tangential am Ballen, der Sauger hat 22 Zoll Durchmesser oben. Die Kuppelung wird nicht angegossen, sondern später eingefraist. Die Flammöfen sind eingerichtet bis für 260 Ctr. Fassung; der Einsatz erfolgt kalt und wird, aus Bruchstücken oder aus einer Mischung von Niederrheinische Roheisen mit Hematit bestehend, in etwa 10 bis 12 Stunden eingeschmolzen und das Schmelzen so geführt, dass dabei eine theilweise Entkohlung des Eisens erfolgt. Der Abstich selbst muss äusserst hitzig erfolgen und es wird die Walze gleich mit einem Male vollgegossen. Beim Cupolofenbetrieb hält man eine gleichmässige Zerkleinung des Cokes für wichtig. Ein Pumpen wird durchaus für schädlich gehalten, man giesst blos das gesaugte Eisen nach.

§. 57. Märkische Maschinenfabrik (vormals Kamp & Co. in Wetter an der Ruhr. Die Specialität dieser Fabrik ist bekanntlich die Fabrikation von Gebläsen, Walzwerken und anderen Berg-

werks- und Hüttenmaschinen, wobei natürlich zahlreiche und auch einzeln bestellte Walzen mit unterlaufen. Die etwas winklige und dunkle Giesserei hat drei Cupolöfen und einen Flammofen von gewöhnlicher Construktion, liefert aber ganz ausgezeichnete Arbeiten. Ein Cupolofen für grosse schwere Stücke hatte vier Düsen, davon aber je zwei übereinander zugleich in Wirkung; in demselben wurden bei einer wirksamen Ofenhöhe von 14 Fuss rheinisch Brocken bis zu 6 Ctr. eingeschmolzen. Keiner der Cupolöfen hatte eine Esse; wohl aber war ein gut construirter eiserner Gichtboden vorhanden. Der gewöhnliche Eisensatz in den Cupolöfen betrug 10 Ctr. bei 1 Ctr. Cokes.

Als Material verwendet man im Allgemeinen best Coltness, Eisen von der Niederrheinischen Hütte, Holzkohlenroheisen von Hennes & Co. in Dillenburg, sowie melirtes Hematitroheisen. Die Walzen speciell wurden unter starkem Zusatz von alten französischen und schwedischen Kanonen aus dem Flammofen gegossen und zwar von oben, wobei die Sauger stark, aber nach oben cylindrisch gemacht waren; die Kuppelung wurde angegossen. Die Gusskasten sind aus starkem Blech mit 12 Zoll von einander entfernten Winkeleisenrippen construirt; die Flanschen sind von Gusseisen und zusammengehobelt.

§. 58. Hörder Bergwerks- und Hüttenverein. Die Giesserei, die nur für den eigenen Bedarf arbeitet, ist zweckmässig und schön eingerichtet. Mitten durch geht ein Laufkrahn für 300 Ctr. Tragkraft, der auf zwölf gusseisernen Säulen gestützt ist; an denselben befinden sich abwechselnd ein Drehkrahn von einfacher und zweckmässiger Construktion. Auf der einen Stirnseite befindet sich die Trockenkammer, an die andere Seite stösst die Räderfabrik. Zwei Cupolöfen Ireland'schen Systems und zwei neben einander gebaute Flammöfen, deren Abstiche unter den zwei Essen münden, stehen an der einen Frontseite des Gebäudes; zwischen beiden Ofenarten steht noch eine Trockenkammer für die Walzen. Vor dem Chargiren des Flammofens, welches kalt

erfolgt, werden auf den Boden Bretter gelegt, um diesen zu schonen; die grossen Stücke, alte Walzen, Sauger u. s. w., werden zunächst der Feuerbrücke gelegt, dann werden die Roheisengänze (früher eine Mischung von Hörder grauem Eisen, melirtem Hematit und nassauer Holzkohleneisen) aufrecht in die Nähe der Esse gestellt. Das flüssige Roheisen sammelt sich nach dem Abstechen in einem viereckigen Blechkasten und fliesst dann von diesem aus, während mit einer Schütze regulirt wird, in die Form. Diese ist mit der Chablone in einem zweitheiligen runden Kasten eingeformt; damit die gegossene Walze möglichst wenig versetzt, d. h. in der Länge ungenau ist, ist die Welle der Chablone an einer Stelle scharf eingedreht, auf welcher Stelle sie dann auf einem schmalen Lager läuft. Zwischen Sauger und Kuppelung, welche letztere an den Walzen eingegossen wird, setzt man in Hörde ein mit Lehm bestrichenes Blech ein, welches bewirkt, dass Sauger und Walze nur durch einen circa sechs Zoll starken Zapfen verbunden sind, der nachher leicht durchgeschlagen werden kann. Nachdem die Form vollgegossen ist, wird nicht gepumpt, sondern stets das eingesaugte Eisen durch nachgegossenes ersetzt. Das Anschweissen von Walzenzapfen wird in Hörde gleichsam en gros betrieben; man konnte an einem Tage über zehn Stück gebrochene Walzen sehen, welche reparirt werden sollten, zum Theil übrigens auch mit Löchern im Zapfen.

§. 59. Krupp'sche Gussstahlfabrik in Essen. Im Allgemeinen sind die Räumlichkeiten durchaus nicht schön und zweckmässig zu nennen, doch sind die Gegenstände, die daraus hervorgehen, durch Güte und meist durch kolossale Dimensionen ausgezeichnet. Uebrigens machte die Giesshalle deshalb einen freundlichen Eindruck, weil die Wände mit Kalk weiss getüncht (was alle Paar Jahre mit Aufwand weniger Thaler erneuert wird) und durch Anbringen von zahlreichen stationären Gasflammen (jedesmal je drei zusammen) fast taghell erleuchtet waren. Von grosser Ausdehnung ist die Lehmförmerei, welche

durch höchst einfache, zahlreiche Cokesfeuer, die von der äusseren Atmosphäre den nöthigen Luftzug erhalten, gewärmt werden.

Im Ganzen sind sieben Cupolöfen vorhanden, zwei Monstrecupolöfen für je 500—600 Ctr. Fassung, und drei kleinere stehen in der eigentlichen Giesserei. In der Tiegelstahlhütte stehen noch mehrere Cupolöfen, da auch sehr häufig Gussstücke, theilweise von Stahl, theilweise von Gusseisen ausgeführt werden. In der Giesserei stehen elf Krahne von verschiedenster Grösse.

Am meisten interessirte die Art und Weise, wie die Walzen angefertigt werden. Die grossen Schienenwalzen von 30 Zoll Ballendurchmesser, 15 Zoll abgedrehte Zapfenstärke haben verhältnissmässig nur wenig Zapfenanlauf; ein Sauger von 18 Zoll Höhe und 22 Zoll oberer Weite sitzt auf der mit eingeformten Kreuzkuppelung. Der Einguss erfolgt durch zwei innerhalb der Form angebrachte Einläufe, die scharf tangential an den Ballen angeschnitten sind; hierdurch wird erzielt, dass das eingegossene Eisen bis in den oberen Zapfen wirbelt. Das zum Walzenguss dienende Eisen wird vom Cupolofen, nie vom Flammofen genommen. Der Satz ist für eine 100 Ctr.-Walze:

85 Ctr. weisses bis stark melirtes Eisen von Niederrheinische Hütte oder Hematit Nr. 3,
15 „ feinkörniges graues Eisen von Sayn oder Flammofeneisen.

Die Walze wird mit einem Male, anfangs langsam, bis der untere Zapfen bedeckt ist, dann aber rasch vollgegossen. Ein Pumpen findet nicht statt und wird dieses geradezu für schädlich gehalten; das durch Saugen eingesunkene Eisen wird aber durch Nachgiessen mit hitzigem Eisen ersetzt. Der in der Giesserei befindliche Flammofen dient blos um gebrochene Walzen überhaupt grosse Bruchstücke in Gänze umzuschmelzen, welche dann beim Cupolofenbetrieb zugesetzt werden.

Der in der Giesserei gebrauchte Formsand kommt von Grafenberg bei Düsseldorf; er wird auf einer vertikalen Sandmühle gemahlen und mit Steinkohlenpulver gemischt verwendet.

bb) Die Darstellung und der Guss von Hartwalzen.

§. 60. Der Hartwalzenguss ist die wichtigste Branche des Hartgusses und war lange Zeit eine Art von Privilegium einzelner Werke, die durch besondere Erzverhältnisse begünstigt, Hartwalzen und auch andere Hartgüsse direkt aus dem Hochofen darzustellen vermochten. In der neuesten Zeit hat die Umgestaltung der Erzverarbeitungsverhältnisse auch auf diese Branche der Roheisenverwerthung einen bedeutenden Einfluss ausgeübt und vieles geändert. Die alte Exclusivität ist verschwunden und wenn auch die alten quasi privilegirten Hartwalzengiessereien noch immer ausgezeichnete Waare liefern, so sind sie es doch nicht mehr allein, welche auf dem Markte damit erscheinen. Durch die Vergrösserung und Vermehrung der Walzwerke hat sich die Nothwendigkeit für diese ergeben, neben ihrem Bedarf an gewöhnlichen Walzen auch den Bedarf an Hartwalzen selbst zu fabriciren und es blieben den specifischen Hartgussgiessereien ausser dem Bedarfe kleinerer Walzwerke nur noch die Aufträge derjenigen Industrien, welche nicht im Stande sind, selbst Hartwalzen zu machen.

Aber selbst um dieses Gebiet zu behaupten, mussten die alten Fabriken grössere Anstrengungen machen, denn es waren eine Reihe von Anstalten entstanden, die sich nur mit der Anfertigung von Walzwerksbedarf, von der Walzwerksmaschine an bis zu den Scheeren- und Lochmaschinen befassten und welche, im Besitze gross angelegter Giessereien, ganz naturgemäss auch die Walzen und besonders die Hartwalzen zu liefern unternahmen.

Dahin gehören besonders die Hartwalzengiessereien und Walzwerksfabriken in England und neuerdings in Belgien, denen sich einige deutsche würdig an die Seite gestellt haben. Diese

auf anderen Grundsätzen der Fabrikation beruhenden Anstalten haben keine unmittelbare oder lokale Beziehung zum Rohmaterial, sondern verschaffen sich dasselbe, woher sie es am Vortheilhaftesten beziehen und suchen durch eine passende Behandlung die Eigenschaften in demselben zu entwickeln, welche geeignet sind, gute Walzen zu geben. Im Allgemeinen sind diese Eigenschaften in den §§. 413 u. ff. des vorigen Abschnittes präcisirt worden, doch kann im Bezug auf die Hartwalzen jedes halbirte oder weisse Eisen zum Guss tauglich sein, sobald es rein von solchen Beimischungen ist, welche die Festigkeit vermindern. Es ist indessen erforderlich, dass die Schale, welche sich auf dem Guss bildet, durch Drehwerkzeuge bearbeitbar ist, ein Umstand, der nur bei einer bestimmten Feinheit der Schalentextur sicher genug eintritt.

§. 61. Die genannten Eigenschaften finden sich bei jedem Roheisen vereinigt, das auf dem Uebergange von hellgrauem Giessereiroheisen zum splittrigen weissen Eisen sich befindet und noch einen gewissen Gehalt an gleichmässig und fein vertheiltem Graphit besitzt. Sobald die Graphitausscheidung eine zu starke ist, dadurch, dass das Eisen im Hochofen oder bei einem Umschmelzprozess überhitzt wurde, wird diese Ausscheidung leicht unregelmässig. Dasselbe tritt ein bei Legirungen eines sehr weissen Eisens und eines sehr grauen; auch hierbei bilden sich irreguläre grössere Graphitausscheidungen, welche sogar dem Einflusse der Coquille widerstehen und sich an die Oberfläche der Walze festsetzen können. Derlei Material erweist sich meist unbrauchbar oder kann nur durch mehrfache Legirungsarbeit, die immer theuer ist, bis zu einem gewissen Grade brauchbar gemacht werden.

Die vorgetragenen Gründe erklären, warum man bei dem Betrieb eines auf festes Giessereiroheisen zugestellten und gewöhnlich auch geführten Hochofens durch allmäliges Uebersetzen der Erzgicht mit leichtflüssigen sehr reinen Erzen eine Eisenmischung im

Gestell bekam, welche sich zu Hartwalzen sehr gut eignete, und dieselben Gründe erklären weiter, warum bei dem Versuche, Hartwalzen durch Umschmelzung und Legirung darzustellen, zuerst unübersteiglich scheinende Schwierigkeiten sich zeigten, welche nur ganz allmälig überwunden werden konnten.

Die Vortheile, welche die Benutzung eines übersetzten Hochofenganges gewährten, konnte indes niemals zur alleinigen Fabrikation der Hartwalzen auf diesem Wege führen, da es sich hierbei nur um ein Uebergangsstadium handelte, das jede Ausdehnung der Fabrikation über einen gewissen Punkt hinaus unmöglich machte und das ausserdem für die übrige mit dem Hochofen verbundene Giesserei grosse Uebelstände im Gefolge hatte.

Eine kurze Schilderung der Malapaner Methode, Hartwalzen zu machen, wird das am besten beweisen.

§. 62. Der Malapaner Hochofen wird seit langen Jahren mit zweierlei Erz betrtrieben

einmal mit lettigem Brauneisenstein, der nur wenig feste Erzstücke enthält, eine sehr variable Zusammensetzung hat, aber im Grossen und Ganzen zu den strengflüssigsten Erzen gehört;

dann mit steinigen Thoneisensteinen der Juraformation, vorwiegend von kalkigem oder von thonigem Charakter, im letzteren Fall gewöhnlich reiner als im ersten.

Das Möllerverhältniss war bei einem Tonnengewicht der milden Erze von 5—6 Ctr. und einem solchen der Steine von 6—7 Ctr. etwa 6 Raumtheile mildes Erz auf 2 Raumtheile Steine — dazu wurde die entsprechende Kalkmenge geschüttet.

Wenn Hartguss dargestellt werden sollte, so wurde der gewöhnliche Möller dahin abgeändert, dass die 6 Raumtheile mildes Erz mit 3 Raumtheilen Steinen (Sphärosiderite von Babkowsky bei Rosenberg) übersetzt wurden, indem man gleichzeitig den Kalkzuschlag entsprechend vergrösserte und bei gleichem

Kohlensatz noch Drehspäne und Walzenbruchstücke mit aufgab, um das Eisen weiss zu machen.

Nach 9—11 Stunden gab sich das Eintreten der schweren Gicht kund und es bildete sich anstatt der gewöhnlich graugrünen Hochofenschlacke eine schwarze gierige mit Geräusch fliessende Rohschlacke, die von selbst über den Wallstein trat, während die normale Schlacke stets herübergekrückt werden musste.

Sobald die im Gestell befindliche Eisenmischung die erforderliche Probe in einer Schale bestand und sich auf der Oberfläche die sogenannten Wanzen zeigten, konnte abgestochen werden.

Dass diese Art der Darstellung nur bei constanter Erzzusammensetzung sichere und gute Resultate geben konnte, ist begreiflich und man musste, nachdem man in der angedeuteten Weise 30—40 Jahre gearbeitet hatte, zum Umschmelz- und Legirungsprozess greifen, den übrigens alle übrigen Walzengiessereien anwenden.

Die Hartwalzenfabrikation von Malapane ist ausser von Wachler in seinen oberschlesischen Heften, noch besonders vom Ingenieur Rieschke im Berggeist (1860, Nr. 99) beschrieben worden.

Der der Reichenauer Gewerkschaft in Ober-Oesterreich gehörende Hochofen zu Edlach, welcher quarzige Spatheisensteine verarbeitet, erzeugt einen vorzüglichen Hartguss, der 1873 zu Wien in dem Pavillon der Innerberger Gewerkschaft ausserordentlich bewundert wurde. Neuerdings erbläst man in dem Hochofen ein Materialeisen für den Hartguss unter Zusatz von ungarischen Magneteisensteinen, deren Schwefelgehalt nicht unbedeutend ist, der Qualität des Hartgusses aber keine weiteren Nachtheile zufügt.

§. 63. Die Manipulation des Walzengusses in Coquillen ist einfach.

Die Zeichnungen Fig. 11—15, Taf. XXV., zeigen die Einrichtungen, wie sie in der königl. Württembergischen Eisengiesserei zu Königsbronn angewendet werden.

Fig. 11 zeigt das Profil eines der dort ange-

wandten Oefen mit einem vorgelegten eisernen Giessreservoir und der (Fig. 11a speciell bezeichnet) eingedämmten Form einer hohlen Hartwalze; der Durchschnitt nach *d e* ist in Fig. 11b dargestellt und zeigt die Eingussdisposition.

Fig. 12 ist der Ofengrundriss mit Giessreservoir, dessen Mitte in dem Durchschnittspunkt der beiden convergirenden Ofenachsen liegt.

Fig. 13 stellt die Form einer gewöhnlichen massiven Hartwalze dar und die Fig. 14—15 die Gussform zur Herstellung der Coquillen.

Ueber das Verfahren selbst ist nichts bekannt, als dass das mit äusserster Sorgfalt ausgewählte Material heiss eingeschmolzen, im Kessel ausserhalb des Ofens gesammelt und gut gemischt wird, ehe man zum Abstechen schreitet.

Nichts Neues bietet die von F. R. Wheeldon in Wolverhampton vorgeschlagene Giessform für Polirwalzen. (Dingler's Journal 1867, I., S. 269.) Das Eisen wird durch ein hartes Eingussrohr, aus Eisen oder Thon gefertigt, geleitet und der Eingang in dieses Rohr durch ein Ventil geschlossen, so lange der Eingusstrichter noch nicht vollkommen gefüllt ist. Das Mitreissen von Luft und das hierdurch in der Form entstehende heftige Wallen, welches hauptsächlich die Bildung von Eisengranalien verursacht, wird hierdurch ganz vermieden, doch geschieht dies auch bei den von Martins und Wachler angegebenen Formconstruktionen für harte Walzen.

Die Zeichnungen Fig. 6, 7, 8, 9 und 10 derselben Tafel und Fig. 1, 2, 3 und 4 der Taf. XXVI. zeigen die Coquillenconstruktionen, wie sie in Seraing angewendet worden sind, z. Th. noch angewendet werden. Man formt dort in Coquillen alle Walzen des Kleineisens mit Ausnahme der 12zölligen Vorbereitungswalzen, also auch die glatten Polirwalzen des Bandeisens; die Blechwalzen und alle (früher) oberen Beendigungs- (Fertig-) walzen der Rohschienen, des Stabeisens und der Schienen.

Für kleine Cylinder von schwachem Durchmesser

besteht die Coquille blos aus einem Stück, welches meist dennoch mit eisernen Bändern gebunden ist, um im Fall des Springens das Auseinandergehen zu hindern.

Grössere und kalibrirte Coquillen, die durch Bänder zusammengehalten werden, wurden in drei Stücken gegossen; in der neueren Zeit hat man diese Theilung der Coquillen aufgegeben, desavouirte sie wenigstens stets, dem Verfasser gegenüber.

Die folgenden Notizen, einer älteren Relation entnommen, geben ein klares Bild der Verhältnisse von Seraing.

§. 64. Das Coquillensortiment von Seraing bestand früher aus den nachstehenden Sorten, deren Dimensionen damals in englischem Maass angegeben wurden.

a) Kleineisenwalzwerk:

1) Coquille für die halbe Länge der Vorbereitungswalzen von $7^3/_8$, $7^1/_4$ und $7^1/_8$ Zoll Durchmesser:

Länge der Coquille $11^1/_2$ Zoll,
Innerer Durchmesser $7^3/_4$ Zoll,
Eisenstärke $7^7/_8$ Zoll.
S. Taf. XXV., Fig. 6 und 7.

2) Coquille für die mittleren Beendigungswalzen des Flacheisens und für die Walzen der Ovalen u. s. w. ($7^{11}/_{16}$ Zoll):

Länge der Coquille 17 Zoll,
Innerer Durchmesser $8^1/_4$ Zoll,
Eisenstärke 8 Zoll.

3) Coquille für die oberen und unteren Beendigungswalzen des Flacheisens ($8^3/_8$ Zoll):

Länge der Coquille 17 Zoll,
Innerer Durchmesser 9 Zoll,
Eisenstärke 9 Zoll.

4) Coquille für die Beendigungswalzen des Rundeisens und die Polirwalzen des Flacheisens ($7^1/_2$ und $7^5/_{16}$ Zoll):

Länge der Coquille $8^3/_4$ Zoll,
Innerer Durchmesser $7^7/_8$ Zoll,
Eisenstärke $8^1/_8$ Zoll.

5) Coquille für die Polirwalzen des Bandeisens ($12^1/_2$ und $12^3/_8$ Zoll):

Länge der Coquille $24^1/_2$ Zoll,
Innerer Durchmesser 13 Zoll,
Eisenstärke $12^1/_2$ Zoll.

S. Taf. XXV., Fig. 8, 9 und 10.

b) Rohschienen-, Stabeisen-, Schienenwalzwerk.

Dieselbe Coquille dient für diese drei Walzwerke, also für alle oberen Beendigungswalzen (Patrizenwalzen mit wenig vorspringenden Ringen) der Rohschienen, Stabeisen und Schienen.

Länge der Coquille $42^1/_2$ Zoll,
Innerer Durchmesser $15^1/_2$ Zoll,
Eisenstärke 13 Zoll.

S. Taf. XXVI., Fig. 1 und 2.

c) Blechwalzwerk.

1) Kurze Cylinder:

Länge der Coquille $43^1/_2$ Zoll,
Innerer Durchmesser $20^1/_2$ Zoll,
Eisenstärke 17 Zoll.

2) Lange Cylinder:

(Gewicht der Coquille 22000 Kil. nach Angabe.)

Länge der Coquille 78 Zoll,
Innerer Durchmesser $25^1/_2$ Zoll,
Eisenstärke 18 Zoll.

S. Taf. XXVI., Fig. 4 und 5.

Im Allgemeinen muss für die grossen Cylinder der Durchmesser der Coquille um etwa 1 Zoll grösser sein, als der Durchmesser des vollendeten Cylinders.

§. 65. Das Formen in Coquillen geschieht auf folgende Art:

Man stellt die gut gereinigte Coquille auf den Hüttenboden, steckt in deren Oeffnung einen Holzcylinder von gleichem Durchmesser, bringt diesen durch Sand u. s. w. in einen festen Anschluss an die Coquille, steckt ferner in eine oben an diesem Holzcylinder angebrachte dreieckig Oeffnung ein hölzernes Zapfenmodell auf, umgiebt dieses mit einem Formkasten (Taf. XXVI., Fig. 4) und stampft Sand ein; — das eingesteckte Zapfenstück u. s. w. ersieht sich aus Fig. 6. —

Man hebt nun den Zapfenformkasten ab, dreht die Coquille um, verfährt hier mit dem anderen Zapfen ebenso; der Formkasten dieses zweiten Zapfens unterscheidet sich von dem des ersten blos dadurch, dass dieser eine Oeffnung für den Einguss hat, jener aber nicht — in diese besagte Oeffnung steckt man beim Einstampfen des Sandes ein Holz bis zum Modelle ein, um nach Abhebung des Formkastens hier die Mündung des Giessloches zu bilden.

Man zieht den Holzcylinder aus der Coquille, die Modelle aus dem Zapfenformkasten, wärmt alle Theile gut an und setzt sie hierauf nach und nach in eine Grube; man beginnt mit dem Zapfen, welcher die Mündung des Giessloches auf seiner Oberfläche enthält; hat man seinen Formkasten ausgestampft, so setzt man in die Mündung des Giessloches einen Pfropfen aus Lehm und führt alsdann beim ferneren Ausstampfen vermittelst einer Stange das Giessloch weiter. Dies geschieht für kleinere Cylinder im Hüttenboden selbst und setzt man alsdann nur einige Formkästchen auf, wenn man über die Hüttensohle kommt; für grössere Cylinder geschieht es in Formkasten von unten bis hinauf. Auf diese Formkasten setzt man wieder einen Eingusskasten mit einer napfförmigen Höhlung im Sande; auf den oberen Zapfen setzt man einen Formkasten für den verlornen Kopf. — Das Giessen und Rühren geschieht wie beim Sandgusse.

Eine Zusammenstellung des Formkastens ist aus Fig. 7 der Taf. XXVI. ersichtlich.

§. 66. Vorhergehendes giebt im Allgemeinen den Gang beim Formen und Einstampfen an; in besonderen Fällen finden jedoch Abweichungen statt.

1) Bei den vorhin angegebenen Coquillen befindet sich eine von $42^1/_2$ Zoll Länge und $15^1/_2$ Zoll innerem Durchmesser; man wollte in dieser Coquille die Polircylinder des grossen Flacheisens ($24^1/_2$ Zoll lang im Körper, 15 Zoll im Durchmesser) giessen; — man machte den oberen Zapfen aus Lehm und hing ihn in die Coquille der Art ein, dass diese auf die verlangte Höhe verkürzt wurde. — Aehnliches geschah mehrmals bei den langen Blechcylindern.

2) Die kurzen Blechwalzen werden gewöhnlich hohl gegossen; auf einer Kernspindel von Schmiedeeisen bildet man über Stroh einen Lehmkern, steckt diesen vertikal ein, so dass das Ganze die Form Fig. 8, Taf. XXVI. erhält; im Uebrigen wie gewöhnlich.

§. 67. Das Eisen, welches in Seraing zum Walzenguss angewendet wird, entspricht nachstehenden Anforderungen.

Es werden zwei entgegengesetzte Bedingungen an die Walzwerkcylinder gestellt:

1) Sie sollen sehr hart sein, um nicht zu schnell abzunutzen.

2) Sie sollen nicht spröde sein, um durch Stösse nicht zu leicht zu zerbrechen, um bei der Bearbeitung nicht zu viel Zeit und Kraft und Werkzeug zu erfordern, um nicht nach dem Giessen beim Abkühlen zu zerspringen.

Man sucht beiden Bedingungen so viel als möglich zu entsprechen und zwar, so viel der Verfasser erfahren konnte, auf folgende Art:

1) Blechwalzen in Coquillen:

Man wendet halbirtes Eisen an, das sich jedoch dem grauen viel mehr nähert als dem weissen.

2) Stabeisen u. s. w. -Walzen in Coquillen:
 Da man hier grosse Cannelüren eindrehen muss, so wendet man vollkommen graues Eisen an.
3) Stabeisen u. s. w. -Walzen in Sand:
 Dasselbe Eisen aus demselben Grunde.
4) Kleineisenwalzen in Coquillen:
 Halbirtes Eisen, welches sich zwar immer noch bei weitem dem grauen mehr als dem weissen nähert, aber weisser ist als das für die Blechcylinder.

Es gehört auch für Seraing ziemlich viel Erfahrung dazu, um den Grad der Hitze zu treffen, bei welchem das Eisen in die Form eingegossen werden soll; gewöhnlich wirft man hier noch etwas graues Eisen in die Kelle vor dem Giessen, und wartet manchmal nach dem Abstiche aus dem Cupolofen noch eine halbe Stunde mit dem Eingiessen in die Form.

§. 68. Das Abdrehen der Hartwalzen ist eine so wichtige Arbeit, dass es nothwendig ist, darüber Einiges mitzutheilen.

In Nr. 2295 des Mechanics Magazine, 25. Septbr. 1868, S. 250, findet sich die Skizze und Beschreibung einer Hartwalzendrehbank, welche der Verfasser bereits 1869 für die Berg- und Hüttenmännische Zeitung bearbeitete und hier unverkürzt und unter Hinweis auf Taf. XXVII. wiedergiebt, wo Fig. 1 den Aufriss der Drehbank, Fig. 2 den Grundriss (in beiden die Maschine skizzirt), Fig. 3 die Auflagerung der aufgespannten Walzen und Fig. 4 die Disposition des Drehstahles angiebt.

Die von Mrs. Claridge, North & Co. zu Bilston construirte und für die West Stockton Iron Company ausgeführte Drehbank besitzt zunächst eine eigene liegende Dampfmaschine von etwa 6—8 Pferden, welche eine mit einem kleinen Schwungrad versehene Welle treibt, von der aus mittelst einer Getriebeumsetzung von 1 : 6 die Bewegung nach der nächsten Transmissionswelle übertragen wird. Von hier aus

lassen sich mittelst eines doppelten, verschiebbaren Kuppelungsgetriebes *a* (Fig. 2) zweierlei Geschwindigkeiten des Vorgeleges bei demselben Gang der Maschine für die dritte Welle herstellen, und zwar: für das Drehen der Walzentafel selbst, der eigentlichen Hartgussfläche eine abermals sechsfach verringerte, für das Drehen der Laufzapfen, das Abstechen des Kopfes u. s. w., überhaupt für alle Arbeiten im weichen Eisen des Gusses eine nur $^{11}/_{4}$fach vergrösserte Geschwindigkeit. Diese dritte Welle überträgt nunmehr die Bewegung mit einer $^{5}/_{2}$fachen Verzögerung auf die eigentliche Drehbankspindel und den abzudrehenden Körper selbst, so dass sich für die einmalige Umdrehung der Walzen respective 90 oder 41,25 Touren der Maschine ergeben, je nachdem die Hartgussfläche oder die Laufzapfenfläche abgedreht werden muss.

Aus dieser ganzen Anordnung ergiebt sich zunächst die ausserordentliche Elasticität des Apparates in Betreff der Erzeugung einer möglichst verschiedenen und doch constanten Bewegung.

Die Verschiedenheit kann erstens hervorgebracht werden durch die Tourenzahl der Maschine, die beiläufig einen Schwungkugelregulator besitzt, um auch für eine mögliche Gleichförmigkeit der einmal eingeleiteten Bewegung zu garantiren. Demnächst classificiren sich die verschiedenen Geschwindigkeiten in zwei grosse Gruppen mittelst der angedeuteten Transmission: in die für eine Hartgussfläche und die für eine Weichgussfläche passendsten Zahlengruppen, deren Glieder unter sich nur im direkten Verhältniss zu den Radien der abzudrehenden Cylinder noch variiren können, da stets eine constante Peripheriegeschwindigkeit für jede der beiden Eisensorten eingehalten werden muss.

In der eben geschilderten Unabhängigkeit der Bewegungszahlen von irgend einer anderen Arbeitsmaschine liegt ein Hauptvorzug der ganzen Drehbank; bekanntlich stösst die Anfertigung der Hartwalzen überall da auf besonders grosse Schwierig-

keiten, wo dergleichen neben anderen Dingen und mit diesen abwechselnd auf Drehbänken bearbeitet werden sollen, welche ursprünglich nur zu Guss- oder Schmiedeeisen, allenfalls zu Stahlartikeln bestimmt und in ihrer Bewegung von einer einzigen Betriebskraft abhängig sind. Diese arbeitet für die ganze Werkstatt und überträgt durch Riemenscheiben die Geschwindigkeit auf 4—6fach abgestufte Scheiben der Arbeitsmaschinen, so dass der Dreher wenig Auswahl hat und nur in ganz beschränkten Raumgrenzen mit Vortheil arbeiten kann.

§. 69. Sobald Hartguss auf solche Bänke kommt, gehen dieselben stets zu rasch, wenn auch die Transmission auf das äusserste Maass der Verzögerung gebracht worden ist und man muss sehr häufig die ganze Werkstatt einer Hartwalze wegen langsamer arbeiten lassen.

Selbstverständlich schwindet dieser Nachtheil da, wo die Walzenfabrikation die Hauptspecialität eines Werkes ist, indess dürfte doch ein solcher Grad der Unabhängigkeit, wie der hier geschilderte, an keiner Drehbank Deutschlands zu finden sein. Die englische Industrie ist in der glücklichen, von uns erst angestrebten Lage, die Arbeit so theilen zu können, dass grosse Werke und Anlagen Jahr aus, Jahr ein nur einen einzigen Artikel in seinen verschiedenen Grössen herstellen.

Die übrigen Theile der Drehbank sind einfach, aber eben so frei von jeder Beengung nachheriger Thätigkeit angelegt, wie der Motor. Das für siebenfüssige 24 Zoll starke Walzen hinreichend grosse Bett, dessen Maasse leider nicht angegeben sind, liegt an beiden Schmalseiten auf starken Holzschwellen und ist mit diesen und dem darunter befindlichen Fundamentmauerwerk durch vier starke Ankerschrauben sicher befestigt. Das Bett liegt mit seiner Auflage höchstens 12—18 Zoll über dem Boden der Werkstatt und die Drehbarkeit ist in Folge dessen leicht zu überwachen. Die Achse des letzten Vorgeleges und ein verstellbarer Reitstock tragen Spitzen, um die Walze, nach-

dem der Kopf abgestochen und die Zapfenenden bearbeitet sind, sicher centriren zu können; ausserdem aber liegt die Walze mit den Laufzapfen in zwei starken gusseisernen Böcken, welche auf dem Bett beliebig befestigt werden können und mit Metalllagern versehen sind.

Diese Metalllager bestehen, wie bei manchen Walzwerken, aus drei kleinen Segmentprismen, die durch Keile gegen die Zapfenfläche gedrückt werden.

Um das Heben der Walze zu verhindern, ist bei jedem Lager über derselben ein eiserner, ebenfalls mit einem metallenen Lagerstück versehener Arm angebracht, welcher an zwei von dem Lagerbock aufsteigenden Bügeln mit Keilen befestigt ist.

Von einem Lagerbock zum andern läuft, auf beiden aufliegend, ein winkelschienenartig geformter gusseiserner als Support dienender Längsstab, welcher das Auflager für den Drehstahl bildet.

Dieser, ein 6 Zoll langes, $1^1/_2$ Zoll starkes quadratisches Prisma mit gekehlten Langseiten, hat vier geschärfte Kanten und liegt in dem obigen Support, wo er durch Keile und Einlegstücke von der Hinterwand desselben weg- und gegen die Walzenperipherie gedrückt wird.

Es greift dieselbe eine Kleinigkeit unterhalb der Durchschnittlinie einer durch die Walzenachse gelegten Horizontalebene und der Oberfläche der Walze die letztere an — in einem Niveau, dessen Lage sich nur durch Erfahrung bestimmen lässt.

§. 70. Da man für jeden Walzendurchmesser die entsprechenden Lagerböcke nebst Support vorräthig haben muss, so ist eine Innehaltung dieser einfachen aber sehr festen Auflageverhältnisse leicht ausführbar. Ist die Schneide stumpf, so legt man einfach den Stahl, um 90° gedreht, mit seiner nächsten Kante an und lässt die Einstellung ganz unberührt, denn es ist leichter, einen genau quadratischen Stahl mit parallelen Schneiden herzustellen, als eine nochmalige Einstellung des Supports und der Verkeilung genau zu bewirken.

Der Dreher hat eine ganze Reihe solcher Drehstähle von gleicher Grösse vorräthig liegen und das Auswechseln geht rasch und eben so genau, wie das Wenden eines Stahles.

Fortbewegt werden diese Schneiden ebenfalls nur durch Keilbewegung; bekanntlich sind Hartgüsse sehr oft mit kleinen Oberflächenfehlern behaftet, die kein Missglücken der Walze veranlassen, wohl aber eine verschiedene Angriffsweise der Gusshaut beim Abdrehen nothwendig machen. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, eine selbstthätige Fortbewegung des Drehstahles, die sich doch auf eine Constanz des Widerstandes gründet, zu vermeiden und den Stahl einfach aus- und wieder einspannen zu lassen, oder nach einiger Lockerung denselben mit einem vorsichtigen Hammerschlag vorwärts zu treiben.

Ein anderer besonders erwähnenswerther Umstand tritt noch hinzu, namentlich bei Blechwalzen, der die Anwendung selbstthätiger Weiterbewegung unmöglich macht; es ist dieses die Nothwendigkeit, solche Walzen von vornherein hohl zu drehen, d. h. dem mittleren Durchmesser $^1/_{18}$—$^1/_{16}$ Zoll weniger zu geben, als dem Durchmesser in den Zapfen, weil die Mitte der Walze bei dem wiederholten Contakt mit glühenden Metallmassen der permanenten Expansion unterworfen ist. Dreht man die neue Walze cylindrisch genau ab, so wird sie im Betrieb etwas bauchig, während die in der Mitte verjüngte Walze nach und nach cylindrisch wird.

Nachgedreht müssen allerdings später Beide werden, doch die anfänglich ausgehöhlte weit weniger oft, als die cylindrische Walze, bei welcher sich dieses zeitraubende und noch in anderer Weise kostbare Verfahren in kurzen wiederkehrenden Fristen nochmals wiederholt.

Die Drehbank, wie sie geschildert, arbeitet jetzt mit einer veränderlichen Geschwindigkeit, deren Grenzen, auf den Schnitt des Stahles gezogen, 40, beziehungsweise 60 Zoll Oberfläche, also Umfangsgeschwindigkeit der bearbeiteten Fläche pro Minute betragen.

§. 71. In das Gebiet des Walzengusses gehört noch die Zerkleinung solcher Produkte, nachdem sie durch Brüche u. s. w. entwerthet in die Reihen des Materiales zurücktreten.

Montandon, Direktor der Petin Gaudet'schen Werke zu St. Chamond, lässt zum Zerkleinern von grossen Gusseisen- und Stahlstücken das nachstehende Verfahren anwenden. (Armengaud Génie industr. 1868, Oct., S. 195, Dingler 190, S. 473.)

Man bohrt in der Mitte des Stückes ein cylindrisches Loch von 6—7 Centimeter Weite und 25—30 Centimeter Tiefe, füllt es mit Wasser und verschliesst es mit einem gut passenden stählernen Stöpsel; dann lässt man den zu einer gewöhnlichen Fallhöhe mehrerer Meter gehobenen Klotz einer Ramme darauf fallen.

Die Masse zertheilt sich sofort in mehrere Stücke, als wenn sie durch einen starken mit verschiedenen schiefen Flächen versehenen Keil getrennt worden wäre. Das Wassar ist incompressibel und transmittirt den erhaltenen Schlag gleichmässig nach allen Seiten.

Eine halbe Blechwalze von 75 Centimeter Durchmesser sprang in 4—5 Stücke, die nur 10—12 Meter weit vom Hammer wegflogen.

Gut ist es, den Stöpsel in seiner Basis kreisförmig auszubauchen, um das Andrücken der Basis an die Wände der Oeffnung zu steigern; hermetischer Verschluss natürlich ist selbstverständlich.

Eine feine schraubenförmige Rille auf der Aussenseite des Stöpsels gestattet der Luft, die sich eventuell über dem Wasser befindet, zu entweichen, sobald der Stöpsel angetrieben wird.

Gewöhnlich reicht ein Schlag der Ramme hin, um Stücke von 80—90 Centimeter Durchmesser zu zersprengen und ein Stöpsel aus gutem Stahl kann mehreremal angewendet werden.

§. 72. An die Walzenfabrikation schliesst sich gewissermaassen noch die Herstellung anderer harter Walzwerkstheile an.

Um Walzwerksgetriebe mit harten Zähnen zu giessen hat sich Fr. R. Wheeldon zu Wolverhampton

ein Verfahren patentiren lassen (Nr. 555, 8. Dec., Engineering 1872, Vol. XIII., S. 83), das wesentlich darin besteht, für jeden Zahnintervall eine radial geschnittene Coquille, welche mit den benachbarten auf der Mitte der Zahnaussenfläche zusammenstösst, anzuwenden.

Diese Coquillenstücke werden durch einen oder zwei Reifen von Schmiedeeisen zusammengehalten und das Ganze wird mit der Formmasse umstampft.

Bei grösseren Rädern lässt man die Coquillen nicht zusammenstossen, sondern macht sie nur wenig breiter als die Zahnintervalle. Es ist nicht angegeben, ob dann die Coquillen mit der Formmaschine in die Form gesetzt werden oder dadurch, dass man sie auf ein Zahnmodell steckt und dann einstampft.

Auch die Zapfen können in derselben Weise hart gemacht werden.

Jedenfalls verwendet man zum Guss solcher harter Räder ein sehr festes Eisen, weil mit der Härte der Zähne ihre Sprödigkeit wächst und weil diese Eigenschaft speciell für den Walzwerksbetrieb, auf den es hier abgesehen ist, mindestens die gleichen Nachtheile hat, als eine zu grosse Weichheit der Zähne. Nach der von Wheeldon gegebenen Skizze beträgt die radiale Dicke der geschlossenen Coquille wenigstens $1\frac{1}{2}$—2 Zahnhöhen ausserhalb der Zahnaussenfläche. Bei den einzelnen und getrennten Zahncoquillen ist das Verhältniss mindestens 2—$2\frac{1}{2}$, sobald nicht die ganze Zahnfläche abgeschreckt wird.

2) Die Fabrikation der Geschütze.

§. 73. Nachdem bereits im Anfang dieses Jahrhunderts der Kanonenguss aus Eisen aufgegeben worden war und zunächst die Bronce, dann der Stahl in die Reihe der Geschütz bildenden Materialien herrschend eingetreten waren, haben die Amerikaner, Schweden und Russen bei der Vergrösserung der Marinegeschütze zuerst wieder daran gedacht, aus ihren ausgezeichneten Roheisensorten Kanonen zu giessen und zwar nach einer durch die Kolossalität der Geschütze bedingten neuen

Methode, die nach ihrem Erfinder, dem amerikanischen Kapitän Rodman benannt worden ist.

Das Material der Geschütze anbetreffend, finden sich zwei Richtungen der Fabrikation vertreten.

1) Die Auswahl unter den käuflichen Roheisensorten und deren Untersuchung und Probe.
2) Die Auswahl unter den vorhandenen Erzen und ihre Verarbeitung unter stetem Hinblick auf den Kanonenguss.

Der erste Weg musste in Amerika betreten werden und wurde mit amerikanischer Energie und Ausdauer verfolgt, bis gute Resultate sich zeigten; der zweite Weg konnte von den Schweden und Russen eingeschlagen werden, deren Domanial- und Staatshütten im Besitze ausgezeichneter Erze sich befinden.

Auch Oesterreich hat in jüngster Zeit Versuche mit dem Rodman'schen Verfahren gemacht, dieselben haben indes noch zu keiner Entscheidunz geführt. (Vergleiche neuere Erfahrungen über Geschützguss in Eisen von J. von Ruttner in den Jahrbüchern der k. k. Bergakademien 1872, XXXI., S. 43; daraus Dingler 1872, Vol. 206, S. 451.)

Die schwedischen und russischen Verhältnisse greifen sehr in das Gebiet des Hochofenbetriebes hinüber, die amerikanischen dagegen haben eine Menge höchst interessanter Experimente zur Folge gehabt, die für die Kenntniss des Roheisens überhaupt von Werth sind und von denen im Folgenden einige mitgetheilt werden.

aa) *Versuche der Amerikaner über die Eigenschaften der Materialien des Kanonengusses.*

§. 74. Im Practical Mechanics Journal, Jahrgang 1867 (III. Serie, Vol. III), im Verlauf seiner mehrfach citirten Aufsätze über Giessereibetrieb bespricht R. Mallet die von den amerikanischen Officieren angestellten Versuche, nach den amtlichen Quellen.

Nach vorgängigen Versuchen über Festigkeit überhaupt u. s. w. wurde zunächst der Zeiteinfluss im Bezug auf die Dauer des Schmelzens untersucht.

Als bekannt wird vorausgesetzt, dass der Widerstand des grauen Eisens wächst, wenn dasselbe in einem Flammofen öfter wieder umgeschmolzen ist und dass derselbe Effekt durch längere Dauer des flüssigen Zustandes erreicht wird.

Es ergaben sich mit einer Legirung aus 4 Theilen Ameniaeisen und 1 Theil gewöhnlichem Cokeseisen, deren resp. Eigenschaften nicht näher erwähnt werden, folgende Resultate:

Zahl der Schmelzungen.	Zwischenzeit zwischen vollständiger Schmelzung und den Probenahmen.	Probebarren von Stunde zu Stunde gegossen.	
		Spec. Gewicht.	Festigkeit.
Zweite Schmelzung	0,15 Std.	7,175	20,336
	1,15 „	7,202	25,684
	2,15 „	7,216	27,456
	3,15 „	7,229	28,736
	4,15 „	7,240	29,227
Dritte Schmelzung	4,45 „	7,281	33,423
	5,45 „	7,288	30,644
	6,45 „	7,327	36,312
	7,45 „	7,343	37,552

Die zuletzt erreichte Festigkeit 37,552 ist 1,85mal grösser als die erste 20,336.

§. 75. Weitere Versuche mit Greenwoodeisen ergaben durch mehrmaliges Schmelzen nachstehende Resultate (Nr. 1 war von grauer, Nr. 2 von mittelgrauer, Nr. 3 von hellster Farbe; bei jedem neuen Schmelzen wurde das Metall 2—3 Stunden lang flüssig im Cupolofen gehalten):

Zahl der Schmelzungen.	Probebarren.		
	Spec. Gewicht.	Festigkeit.	Härte.
Eisen Nr. 1.			
In Gänzen, 1. Schmelzung	7,032	15,129	8,48
„ „ 2. „	7,086	21,344	12,16
„ „ 3. „	7,198	30,107	19,66
„ „ 4. „	7,301	35,786	29,52
Eisen Nr. 2.			
In Gänzen	7,153	27,153	13,86
Eisen Nr. 3.			
In Gänzen	7,230	34,923	21,40

Die Härte wurde durch Aufdrücken eines Stahlpunzen mit bestimmtem Druck gemessen; der Punzen hatte ein pyramidenförmiges Ende mit scharfen Kanten, $^1/_{10}$ Zoll hoch und mit rhombischer Basis von $^1/_{10}$ und $^2/_{10}$ Zoll Durchmesser. Dieser Punzen wurde auf eine polirte plane Fläche des Eisens aufgesetzt und einem constanten Druck von 10,000 Pfund ausgesetzt. Dann wurde die Tiefe der Höhlung gemessen.

Wird angenommen, dass die Härte umgekehrt proportional dem Volumen der Höhlung oder dem Kubus der Tiefe l sich verhält; dass ferner die der Tiefe l = 10 entsprechende Härte durch das Volumen der ganzen Spitze = 3,333 ausgedrückt werde, so wird der allgemeine Ausdruck für die Härte =

$$\frac{10^3}{l^3} \, 3{,}333 = \frac{3333}{l^3}$$

sein.

Die letzte Tafel zeigt das Wachsen der drei Eigenschaften des Eisens mit der zunehmenden Zahl der Schmelzungen.

Doch wachsen die drei Eigenschaften nicht in gleicher Weise:

Die Dichtigkeit wächst um 0,2, die Festigkeit um nahezu das Doppelte, die Härte um das Dreifache.

§. 76. Der Einfluss von Mischungen liess sich ebenfalls deutlich merken.

Dasselbe Eisen, Greenwood, und derselbe Cupolofen, wie im vorigen Falle, ergaben folgende Resultate:

Laufende Nr.	Charge im Ofen specificirt.	Probebarren.			Eingussbarren.		
		Spec. Gew.	Festigkeit.	Härte.	Spec. Gew.	Festigkeit.	Härte.
1.	Gänze Nr. 1 .	7,086	21,344	12,16	—	—	—
2.	1 Th. Nr. 1, 1 Th. Nr. 2 . .	7,170	27,588	16,41	—	—	—
3.	Nr. 1, 2. Schmelzung	7,198	30,107	19,66	7,090	25,716	12,82
4.	3 Th. Nr. 1, 3 Th. Nr. 2, 2 Th. Nr. 3 . .	7,251	37,789	23,89	—	—	—
5.	10 Th. Nr. 1 (2. Schmelz.), 4 Th. Nr. 3 .	7,259	36,916	28,62	7,169	28,910	17,62
6.	8 Th. Nr. 1 (2. Schmelz.), 6 Th. Nr. 3 .	7,270	39,373	29,52	7,221	29,751	19,54
7.	1 Th. Nr. 1 (2. Schmelz.), 1 Th. Nr. 2 (2. Schmelz.),	7,272	40,897	26,67	7,228	32,421	19,50
8.	Nr. 1 (3. Schmelzung)	7,301	35,786	29,52	7,257	33,815	21,88
9.	3 Th. Nr. 1, 3 Th. Nr. 2, 2 Th. Nr. 3 (alle von 2. Schmelzung)	7,340	32,458	30,51	7,260	38,093	24,20

Von jeder dieser Mischungen wurde eine Kanone zugleich mit dem Probebarren abgegossen und andere Barren wurden aus den Eingüssen und Läufen dieser Güsse geschnitten und ähnlich verarbeitet.

Col. 3, 4, 5 zeigen:

1) Graues Eisen, zu helleren Sorten zugesetzt, vermehrt die Dichtigkeit, wie es die öfteren Schmelzungen thun.
2) Die Festigkeit wächst bis zu einem gewissen Grad der Dichtigkeit und nimmt von da an ab.
3) Die Härte wächst mit der zunehmenden Dichtigkeit auch über die Grenze des Maximums der Festigkeit hinaus. (7 einzige Ausnahme.)

Aus den Col. 6, 7 8 geht hervor:

1) Dichtigkeit, Festigkeit und Härte sind gleichmässig geringer in den aus Eingüssen und Läufen geschnittenen Barren, als in den gegossenen.
2) Die drei Eigenschaften wachsen regelmässig wie die der gegossenen Probebarren.
3) Die Zähigkeit der Läufe erreicht ihr Maximum nicht zur selben Zeit, wie die der Probebarren eintritt.
4) Die grösste Dichtigkeit der Eingüsse 7,290 ist geringer als die Dichtigkeit, welche der grössten Zähigkeit der Probebarren entspricht.

Hierbei ist indess anzunehmen, dass bei längerem Verweilen des Eisens im Cupolofen oder bei fortgesetztem Umschmelzen die Dichtigkeit der Gänze doch denselben Werth erreicht, den die Probebarren bereits haben.

§. 77. Die 1851 in Pittsburg beim Guss der 8- und 10zölligen Columbiaden gemachten Erfahrungen bestätigen die zuletzt ausgesprochene Ansicht, denn die Versuche mit diesen Geschützen mit Greenwoodeisen ergaben nachstehende Resultate:

Benennung der Geschütze.	Probebarren aus den Eingüssen. Spec. Gewicht.	Zähigkeit. Pfund pro Quadratzoll.	Zusammensetzung der Cupolofenchargen.	
8zöll. Nr. 3	7,289	36,891	3 Th. Nr. 1	$^3/_4$ 2 Mal geschm.
	7,295	39,031	2 ” ” 2	
8 ” ” 4	7,281	43,650	3 ” ” 3	$^1/_4$ 3 ” ”
	7,290	36,090		
10 „ „ 5	7,273	40,457		
10 ” ” 6	7,296	40,997	3 „ „ 1	$^1/_9$ 1 ” ”
	7,306	42,425	2 ” ” 2	$^5/_9$ 2 ” ”
	7,304	44,917	3 „ „ 3	$^3/_9$ 3 ” ”
	7,304	45,970		

NB. Die Dauer des Schmelzens vom Flüssigwerden bis zum Guss der Probestäbe beträgt $2^1/_2$ Stunden.

§. 78. Nachfolgende Tafel giebt Mittelresultate bei Eisen verschiedener Werke, um zu beweisen, dass nicht immer die reiche Gattirung die Bedingung vorzüglichen Gusses bildet. (Amerikanische Officiere sahen in Philadelphia eine Rädergiesserei, deren Cupolöfen mit vierzehnerlei verschiedenen Eisensorten gleichzeitig beschickt wurden und glaubten es nachmachen zu müssen.)

		Versuchszahlen.	Benennung der Charge.	Mittles specifisches Gewicht.	Mittle Zähigkeit.	Mittle Dauer der Schmelzung.
1.	24pfündige Kanone	20	Amenia; gleiche Theile 2. und 3. Schmelzung . . .	7,297	30,828	3,30
2.	24pfündige Haubitze	15	Amenia u. Fishkill zu gleichen Th., 5 des ersteren und 2 des letzteren waren von 2. Schmelzung . . .	7,217	29,583	3

		Versuchs-zahlen.	Benennung der Chargen.	Mittles specifisches Gewicht.	Mittle Zähigkeit.	Mittle Dauer der Schmelzung.
3.	24pfündige Haubitze	51	Amenia 4 Th., Copake 1 Th., beide von 2. Schmelzung	7,247	32,306	9
4.	dito	3	Amenia, 4 Th., Copake 1 Th., gleiche Th. 2. und 3. Schmelzung . . .	7,202	27,793	10
5.	dito	35	Amenia, gleiche Th. 2. und 3. Schmelzung	7,305	36,651	6
6.	dito	27	Amenia, 3 Th. 2. u. 1 Th. 3. Schmelzung	7,316	35,294	3,30
7.	dito	3	Amenia, 3 Th. 2., 3 Th. 3. Schmelzung; dazu 2 Th. Kent Nr. 2 von 1. Schmelzung . . .	7,313	32,345	3

NB. Die Probebarren wurden aus den Eingüssen geschnitten.

Aus den Resultaten dieser Tafel geht hervor, dass die Mischungen gleichen Eisens bessere Ergebnisse zeigen als die fremder Sorten.

§. 79. Der Einfluss der Windtemperatur auf die Eigenschaften des Eisens erhellt aus den mit Ameniaeisen Nr. 1 angestellten Versuchen.

	Spec. Gewicht.	Pfund pro Quadratzoll Zähigkeit.
250° Windtemp. ergaben	6,984	11,420
200° " "	6,978	12,970
150° " "	6,967	12,243
16—20° " "	7,071	14,140.

Der Einfluss der Temperatur und der Natur der Gussformen auf die relative Festigkeit des Eisens zeigt sich, wie folgt:

		Specifisches Gewicht in Masseform.	Specifisches Gewicht in Grünsand.
Heisses Eisen	zeigte	8,176	9,726
Gewöhnliche Gusshitze	„	8,081	8,201
Mattes Eisen	„	8,353	6,991.

Hieraus geht hervor:

1) Die Temperaturabnahme hat weniger Einfluss beim Masseguss als beim Guss in grünem Sande.

2) Die Festigkeit wächst langsam mit der Temperaturabnahme in den Massegüssen, während sie in den Sandformen rasch abnimmt.

Der Querschnitt der Stäbe war 2 Quadratzoll und die Entfernung der Aufhängepunkte 20 Zoll.

Wenn w die Kraft des Bruches, l die Distanz der Aufhängepunkte, b und d die Querschnittsdimensionen der Breite und Höhe des Stabes darstellen, so ergeben sich die Zahlen der Tafel aus der Formel

$$\frac{l\,w}{4\,b\,d^2}.$$

Die Zahlen zeigen in Pfunden das Gewicht an, welches hinreicht, einen Quadratzoll desselben Metalles, mit einer seiner Seiten an einem festen Stützpunkte befestigt, durch Einwirkung auf die andere Seite abzubrechen.

Die Bruchproben wurden früher stets in dieser Weise angestellt, ehe eine Maschine zum Zerreissen vorhanden war. Das Experimentiren ist einfach und die betreffenden Arrangements können überall getroffen werden; dennoch ist sicher, dass dieses Verfahren weniger genau ist, als die Messung der absoluten Festigkeit.

§. 80. Betrachtet man den Unterschied zwischen den oberen und den unteren Schichten der Ofencharge, so stellt sich Folgendes heraus:

	Spec. Gewicht.	Zähigkeit in den verlornen Köpfen.
Güsse der unteren Schicht	7,270	35,014
" " mittleren "	7,287	32,804
" " oberen "	7,278	33,597.
	Spec. Gewicht.	Zähigkeit in den Probebarren.
Güsse der unteren Schicht	7,339	31,479
" " mittleren "	7,350	34,484
" " oberen "	7,351	37,136

in den Flammöfen.

Die Zusammenstellung zeigt, dass die Probebarren der oberen Schichten dichter und fester sind, als die der unteren, wogegen die Köpfe nicht gleiche Uebereinstimmung zeigen.

Eine 1848 in Boston gegossene 24pfündige Kanone wurde bis zu 30 Zoll unter dem Einguss aus den unteren Schichten des Flammofens abgestochen und zeigte Undichtigkeiten in der Mitte und am Ende, während der Rest aus den oberen Schichten dargestellt war. Die Prüfung einer Probebarre und verschiedener Stäbe, die aus der Kanone ausgeschnitten wurden, ergab nachstehende Resultate:

		Spec. Gewicht.	Festigkeit.
Probebarren,	besonders gegossen . .	7,407	37,260
"	aus dem verlornen Kopfe	7,343	27,675
"	hinter der Mündung .	7,314	34,035
"	von der Verstärkungsrinne	7,331	32,415
"	von der Hauptverstärkung	7,331	31,050.

Die Schwäche des Eisens an dem verlornen Kopfe kann man der an dieser Stelle öfters eintretenden grösseren Porosität zuschreiben, d. h. dem mangelnden Drucke; die weitere Abnahme der Festigkeit jedoch ist jedenfalls durch die geringe Wärme der zuerst in die Form gelangten Schmelzschichten verursacht.

§. 81. Der Einfluss der verschiedenen Erhitzung von Gusseisen zeigte sich sehr scharf bei den 1851 in Boston geschehenen Proben, wo verschiedene

Theile der Eingüsse und des verlornen Kopfes probirt wurden.

Es bedeuten Taf. XXVI., Fig. 9:

A Formkasten,
B Masse der Form,
C Gussstück,
D verlorner Kopf,
E Einguss,
B_O B_I besonders geformte und gleichzeitig mit der Form gefüllte Probebarren,
H_I und H_O aus dem verlornen Kopfe geschnittene Probebarren.

Von diesen Theilen wurden B_I und B_O nach ihrem Erstarren nochmals durch die Nähe des mit Eisen gefüllten verlornen Kopfes getempert.

Der Guss wurde in Ameniaeisen ausgeführt und es gaben die verschiedenen Stäbe folgende Resultate:

	Spec. Gewicht.	Festigkeit.
H_I	7,329	33,646
H_O	7,316	35,810
B_I	7,274	27,502
B_O	7,386	30,163.

Eigenthümlich ist das Verhalten des Eisens bei B_I, welches durch das stärkere Tempern gleichzeitig an specifischem Gewicht und an Festigkeit verloren hat, während im Uebrigen die grössere Festigkeit sich immer an das geringere specifische Gewicht zu halten scheint.

Hieran schliessen sich in der Quelle weitere Tabellen über die Haltbarkeit des Eisens in den Kanonen an verschiedenen Stellen der Geschütze und Betrachtungen über die Prüfung der Geschütze. *)

*) Bezüglich der Apparate zu derartigen Messungen ist anzuführen, dass in Wiebe's Skizzenbuch, Heft XVI, Bl. 3 und 4, sich eine Maschine findet zur Ermittlung der absoluten und der rückwirkenden Festigkeit diverser Materialien für die königl. Geschützgiesserei in Spandau, erbaut von J. Bialon (Firma C. Hummel), Bl. 5 eine grosse Waage zur Ermittlung des absoluten und des specifischen Gewichtes der Geschützrohre, erbaut von Freund in Berlin.

§. 82. Im weiteren Verlauf bespricht Mallet (a. a. O. S. 292) den Einfluss der Zeit auf die Festigkeit der Güsse, wonach die Lagerung der Molekule lange nach dem Erkalten noch nicht vollendet scheint, sondern um so vollkommener stattfindet, je länger nach der Fertigstellung des Geschützes die Proben eintraten.

Die Proben amerikanischer Kanonen gaben folgende Resultate, je nach der Entfernung der Probezeit von der Herstellung:

Klasse.				Probe nach	Spec. Gewicht.	Zus.	Schüsse Probe	Schüsse Dienst	Nicht geplatzt
0	1	8 Z.	Columbiade	80 Tagen	7,288	37,984	73	—	—
1	2	—		34 „	7,221	27,014	85	—	—
0	3	10 „		49 „	7,290	37,989	20	—	—
1	4	8 „		100 „	7,276	26,367	729	—	—
1	5	10 „		100 „	—	—	600	11	—
1	6	32Pfder.		100 „	7,271	33,590	1000	6	—
1	7	8 Z.	Columbiade	6 Jahren	7,247	29,423	2582	—	1
2	8	—		6 J. 44 T.	7,220	22,989	800	—	—
0	9	—		6 Jahren	7,333	36,496	500	11	1
1	10	—		7 „	7,277	26,837	500	4	—
0	11	10 „		6 „	7,298	33,344	94	—	—
1	12	—		7 „	7,416	29,181	500	9	—

Die Probeschüsse sind stärker als die dienstlich sonst nothwendigen Schüsse.

Die Lagerzeit vom Guss bis zu der Probe übte einen guten Einfluss auf die Güte des Geschützes aus.

Man darf nur gleiche Klassen vergleichen, um richtige Resultate zu erhalten; z. B.:

Nr. 1, 3, 9, 11, Klasse 0,
Nr. 8, „ 2 und die andere Klasse 1.

Noch auffallender ist der Einfluss des langsamen Abkühlens auf die Festigkeit der Güsse. Es wurde ein Versuch zu Boston 1847 angestellt, indem zwei Sechspfünder aus demselben Ofen abgestochen, wovon einer gewöhnlich abgekühlt, der andere in eine rothwarme Form gegossen wurde,

welche durch ein Feuer in der Dammgrube erhitzt wurde.

Am Ende des vierten Tages geschah das Ausheben der Gussform, am fünften Oeffnung der Form.

Das 1. Rohr hielt 25 Schüsse, das 2. 27 Schüsse aus,
2 „ „ 2. 4 Extraladungen.

bb) *Darstellung des Rodman'schen Giessverfahrens.*

§. 83. Das Giessverfahren Rodman's beruht auf der Benutzung der Wasserkühlung in der Kernspindel des Kanonenrohres bei gleichzeitiger äusserer Erhitzung der Form nach dem Gusse; dadurch wird eine molecurale Veränderung hervorgebracht, die bei keinem anderen Guss in gleicher Weise vorkommt.

Das Festwerden beginnt inwendig und die äussersten Partien bleiben am längsten flüssig.

Nach Mallet ist es klar, dass durch dieses Verfahren jede äussere Schicht sich an eine gekühlte und theilweise erstarrte Schicht anlegt und dadurch denselben Effekt hervorbringt, als triebe man auf jede innere Schicht eine äussere, die man zuvor durch Hitze ausgedehnt hätte.

Sind sämmtliche Schichten zur selben Temperatur abgekühlt, so werden die inneren durch die äusseren comprimirt und diese wirken wie heiss aufgetriebene Ringe, so dass eine Kanone, auf diesem Wege dargestellt, von grosser Festigkeit sein kann.

Man muss indess den entgegengesetzten Fehler vermeiden, dass nämlich eine zu grosse Abkühlung des Inneren eine solche Anspannung der äusseren Schichten verursacht, dass dieselben bersten und reissen, ehe sich die gesammte Widerstandsfähigkeit der inneren Schichten entwickelt hat.

Doch müssen wir hinzufügen, dass der Grad der Zusammendrückung, der in massiv gegossenen Kanonen schädlich wirkt, in den hohl gegossenen einen brauchbaren Einfluss hat: daraus folgt, dass der zweite Darstellungsweg die Anwendung eines weisseren Eisens gestattet, als der erste, wohl verstanden, so lange eine gewisse Grenze nicht überschritten wird. Die

Verschiedenheit des Schwindens ist nicht minder an der Spannung schuld, als die unklar ausgedrückte Temperaturdifferenz der Lagen beim Erstarren der Aeussersten.

§. 84. Im Bezug auf die eigentlichen Gussdetails ist, unter Bezugnahme auf die Fig. 10 und 11 der Taf. XXVI., Nachstehendes nach Mallet's Anführungen (a. a. O. S. 293) mitzutheilen:

Die Dammgrube, Taf. XXVI., Fig. 10, hat Raum zu einem Formkasten und ist aus Backsteinen gemauert; in ihren Wänden sind zwei vertikale Kanäle *aa* zum Luftzutritt nach den Rosten *b*, die am Boden der Dammgrube, rund um den Formkasten, liegen.

Die Dammgrube ist oben mit Platten *cc* eingedeckt, der Kanal *d* führt nach der Esse des nächsten Flammofens, um nach dem Guss den nöthigen Zug herzustellen; während des Schmelzens wird *d* mit einem Register verschlossen.

AA sind Platten, welche den Formkasten vor der zerstörenden Wirkung des Feuers schützen. Der Formkasten besteht aus zwei halbcylindrischen Stücken, die mit Flanschen aneinander geschraubt werden und unten ein konisches Ende haben.

ff sind die Eingusstrichter und Kanäle, von denen einer in den Grundzapfen des Rohgeschützes, der andere in die Culasse mündet; beide haben indess noch viele mannigfache Verzweigungen.

Bis zu den Zapfen füllt man die Form durch die Eingusstrichter, von da ab durch die obere Oeffnung der Form, unter lebhaftem Giessen, um alle Unreinigkeit aus den Zapfen herauszutreiben.

Der schwach konische Kern trägt ein Hanfseil von $1/4$ Zoll und darauf $7/8$ Zoll Lehm, sein unteres Ende ist angeschraubt und trägt Nägel, welche den Lehm halten sollen. (Fig. 11.)

Die Befestigung des Kernes, *gg*, ist so eingerichtet, dass eine dreiarmige Stütze (s. a. Fig. 12 und 13) mit zweifach rechtwinklig umgebogenen Enden, die auf den Rand des Formkastens kommen

und dort verschraubt sind, auf dem oberen Ende der Kernspindel aufgetrieben und festgeschraubt ist.

Die Winkel *h* umfassen die Stützenarme und den Rand des Formkastens und werden festgekeilt.

Weiter ist *k* der Deckel der Spindel, *i* ein Zuleitungsrohr und *m* ein Ableitungsrohr für das Kühlwasser.

n n ist das Rohr für den Wasserabfluss nach dem Guss; dasselbe geht durch Form und Sand des verlornen Kopfes und wird mit eingegossen.

Vor dem Gusse geschieht die Füllung des Kernes mit Wasser — dann der Guss, Pumpen in den Eingüssen, um das Setzen zu vermeiden, welches indess seit der Einführung der neuen Flammöfen wesentlich abgenommen hat.

Wenn die Form mit Eisen voll ist, dann tritt das Entzünden des Feuers in der Dammgrube ein und es wird der Wassereinlass so regulirt, dass die Temperatur des zufliessenden Wassers nicht höher als 30° R. = 95° F. steigt.

Stündlich sind die Temperaturen zu notiren und aus dem Sinken derselben auf das Festwerden zu schliessen, dann ist das Lockern des Kernes erforderlich.

Die Manipulationen sind:

a) Ruck mit starkem Krahn;

b) Nachlassen des Wasserzuflusses und Erhitzung bis circa 80° R.;

c) Verbrennen des Hanfes und Abblättern des Lehms;

dann plötzlicher Wasserzufluss, rasche Abkühlung der Spindel und Herausziehung.

Beim Herausziehen Einleiten von Wasser in die Höhlung des Geschützes und Abfluss durch *n n*; die Temperatur wird stündlich notirt.

Bei eintretender Constanz der Temperatur ist das Abbrechen des Feuers und der Wasserzulassung geboten. Eine achtzöllige Columbiade erfordert 50 Mal ihr eigenes Gewicht an Wasser zur Abkühlung.

§. 85. Auf Taf. XXVI., Fig. 12—15, ist eine von Mallet (a. a. O. S. 295) mitgetheilte andere Gussdisposition für gusseiserne Kanonen mitgetheilt, welche einem Mémorial de l'artillerie espagnole von dem Lieutenant Guillelmo Reinlein, 1863, entnommen ist, wo das Detail des Gusses einer 15 Zoll weiten Columbiade in der Werkstatt von Linapp, Rudds & Co. zu Pittsburg geschildert wird.

Es sind tausend Schuss, à 30—60 Pfund Pulver und einem Geschossgewicht von 315—335 Pfund, aus diesem Geschütze abgefeuert worden, gewiss ein Beweis der Solidität.

Die Hauptunterschiede gegen die anderen Methoden sind folgende:

1) Der Formkasten, Fig. 12 und 15, besteht aus vier Stücken, die paarweise zu jeder Seite des Längsdurchschnittes liegen und gegenseitig mit Flanschen verbunden sind; die unteren Hälften sind flaschenförmig, die oberen cylindrisch.
2) Die Kernspindel (in Fig. 14 quer durchschnitten) ist wegen des Abdrehens mit zwei Lagerzapfen versehen, von denen der eine obere in der Fig. 12 zu sehen ist, während der andere abgeschraubt und durch eine wasserdichte Verschlussschraube ersetzt werden kann.
3) Die Eingüsse laufen, wie das in Fig. 12 und 15 zu sehen ist, in der Masse bis herunter in den Zapfen und haben alle 2—3 Decimeter eine Abzweigung nach der Form.
4) Die Sandstärke ist in der ganzen Form vollkommen gleich, so dass nur in der unteren Mittelzone die Stärke des Geschützes der Weite der Form entspricht, wie der in Fig. 12 punktirt eingezeichnete Umriss der Kanone ergiebt.

Andere neuere Mittheilungen über den Guss eiserner Geschütze findet man ausser in der Ruttner'schen Abhandlung noch in Tunner's „Russlands Montanindustrie“ Leipzig, Felix, 1871, S. 124 u. ff.,

wo der Kanonenguss in Perm beschrieben wird und Zeichnungen der Schmelzöfen, wie der Formen gegeben werden.

3) Die Fabrikation des Hartgusses zum Kriegs- und zum Eisenbahnbedarf.

§. 86. Die Anwendung des Hartgusses zur Fabrikation von Projektilen, wie zur Darstellung von Herzstücken, Weichen und Eisenbahnrädern ist jünger als die Hartwalzenfabrikation und hat sich doch sehr bedeutend entwickelt.

Besonders sind es die Projektile und Räder, die viel und in grossem Maassstab angefertigt werden, wenngleich der Stahl hier ebenfalls wie bei den kleineren Hartwalzen dem Roheisen Concurrenz macht.

Die Fabrikation der Projektile ist ziemlich einfach, da der zu härtende Theil des Geschosses die ogivale Spitze und der nächste Theil des cylindrischen Mantels desselben ist.

Das Geschoss wird in der Weise geformt, dass auf einer massiven Coquille und von äusserlich cylindrischer (Edlach) oder kelchartiger (Gruson) Gestalt, die Formkästen für Mantel und Böden sitzen und befestigt werden können. Im oberen Formkasten werden bei hohlen Hartgussgeschossen die Kerne aufgehängt und befestigt.

Die Hauptsache bei der ganzen Projektilfabrikation ist die Ermittlung des richtigen Schwindmaasses für die beste Gusstemperatur des Materiales. Bekanntlich sind die Artillerie- und Marinebehörden sehr rigorös in der Abnahme und sehen ausserordentlich auf die Innehaltung der vorgeschriebenen Dimensionen. Dadurch ergiebt sich für die Werke die Nothwendigkeit, mit dem Material genau bekannt zu sein und besonders die Erstarrungsphänomene gut zu studiren. Auf dieser Kenntniss und den Mitteln zu ihrer Berechnung beruht die Stärke der Gruson'schen Giesserei in Buckau-Magdeburg, welche im Bezug auf Kugelguss in Coquillen das Bedeutendste leistet; Edlach

bei Reichenau braucht nicht so ängstlich zu sein, da es in seinen Erzlagern und -Bezügen Mittel für eine constante Beschaffenheit des Eisens besitzt.

Gelegentlich einer Betriebserweiterung der Geschützgiesserei zu Spandau wurden Umfragen gehalten über den Guss von Hohlgeschossen in Coquillen. In Folge davon besprach auch der bekannte Senior der deutschen Eisengusstechniker, Oberhütteninspektor Schott in Ilsenburg nach seinen Erfahrungen die vorliegende Frage (Berg- und hüttenm. Zeitung 1872, S. 307) und empfiehlt für die Darstellung der fraglichen Objekte eine bestimmte, von Ledebur in Berlin oft angewandte, Roheisenmischung, sowie die Beobachtung eigener Vorsichtsmaassregeln beim Guss selbst. Mit Hilfe der bezeichneten, zu den bekanntesten Marken des Handels gehörigen Eisensorten vermag jeder Techniker die Mischung herzustellen und ein härtungsfähiges Gussmaterial zu erzielen.

Etwas undeutlich sind die Angaben über die Coquillen gehalten und es wird ohne Versuche nicht gelingen, aus der erwähnten Mischung sofort brauchbare oder nur fehlerfreie Gussobjekte zu erzielen.

§. 87. Die Schalengussräder sind von dem Hartguss für Eisenbahnbedarf der wichtigste Artikel und von Amerika her, wo sie Whitney in Philadelphia hauptsächlich fabricirt, nach Europa importirt worden, wo die mehrfach genannte Fabrik von Ganz in Ofen sie anfertigt und es darin zu einer grossen Virtuosität gebracht hat. Von Interesse ist es, die in Deutschland, Malapane, Sayn und Berlin gemachten Versuche der Einführung zu verfolgen — nachdem ein Aufsatz von Baurath Henz im XI. Band der Zeitschrift für Bauwesen „über Räder, Achsen und Achsenlager in Nordamerika“ die Aufmerksamkeit der Eisenbahn- und der Bergwerksverwaltung in Berlin auf diese Dinge gelenkt hatte.

Zunächst wurde der seither verstorbene Maschinenbaudirektor Krüger aus Dirschau nach Oesterreich

und Ungarn gesandt, um sich über den Guss der Schalenräder zu orientiren.

Die nachfolgenden Notizen ergaben sich aus seinem Reisebericht.

In Betreff der Lage des Rades in der Form bemerkt Krüger, dass der **Flansch nach oben** gerichtet war; früher war das Verhältniss umgekehrt. Die neuere Einrichtung wurde deshalb eingeführt, weil die Bahnelemente an der Nabe beim Fahren am meisten auf Widerstandsfähigkeit in Anspruch genommen und bei der in Rede stehenden Lage das in der Form an den Kapselwänden aufsteigende Eisen bereits abgeschreckt ist und sich alsdann in noch bedeutenderem Maasse abschreckt, wenn es die Flanschfläche berührt.

In Bezug auf die Dicke der Abschreckung wurde Nachstehendes bemerkt: Es genügen $^1/_4$ Zoll, wenn der Uebergang der strahligen Textur in die körnige überall, am ganzen Umfange des Rades, ein gleichmässiger ist.

Wegen der Dauer der Kapseln ist Folgendes ermittelt worden: Die Kapseln bekommen bald nach dem ersten Gusse feine radiale Haarrisse, umsomehr, je häufiger man die Räder in den Kapseln lässt, bis die Nabe, deren Kern gleich nach dem Gusse herausgestossen wird, die gehörige Abkühlung erhalten hat.

Die Metalldicke der Schale betrug $2^1/_4$ bis 3 Zoll.

Das Räderpaar wog damals 10,80 Ctr. und kostete franco Oderberg, versteuert, 81 Thlr.

Ausser der Anstalt in Ofen besuchte Krüger auch die Fabrik von J. Körösi in Gratz, die ebenfalls damals Räderguss trieb; Körösi hatte eine etwas andere Form des Rades adoptirt, woraus auch eine geringe Aenderung der Manipulationen hervorgeht.

Das Rad ist um circa 8 Proc. leichter als ein Ganz'sches und ist erheblich widerstandsfähiger gegen Stoss und Schlag als dasselbe. 30 Fäustelschläge à 20 Pfund, von zwei sich ablösenden starken Arbeitern

geführt, vermochten ein (mit einem Gussfehler behaftetes) Rad nicht zu zertrümmern; es war ein Schlag mit 20 Ctr. Fall aus 15 Fuss Höhe nothwendig, um eine Bruchfläche zu erlangen. Ein Ganz'sches Rad wurde von 6—10 Schlägen à 20 Pfd. zertrümmert.

Die Fabrikationsmethode unterscheidet sich von der Ofener dadurch, dass Körösi erheblich härteres Eisen zu seinem Räderguss verwendet und seine Räder in Cokespulver tempert.

Gleich nach dem Guss wird der Nabenkern durchstossen, nach einer Stunde circa das Rad aufgedeckt und in den Temperkasten (Dampfkesselfragment mit gusseisernem festem Boden und gusseisernem beweglichem Deckel über einer Rostfeuerung eingemauert) gepackt. *)

Der Ofengang ist nicht so hitzig, das Eisenkorn nicht so fein, als bei Ganz; die Schalen sind $4^1/_2$—5 Zoll stark.

Das Räderpaar von Körösi ist circa 10,00 Ctr. schwer und kostet versteuert 68 Thlr. franco Oderberg.

§. 88. Es wurde Malapane zunächst ausersehen, um den Räderguss zu versuchen und nachdem auch der damalige Chef der dortigen Giesserei, Inspektor Petzeld, nach Ofen gegangen war, um die Fabrikation zu sehen, begann man die ersten Versuche.

Als Hauptschwierigkeit bei dem Gusse Ganz'scher Räder in der Giesserei zu Malapane stellte sich die Abführung der Kernluft heraus.

Obgleich Kerne, Ober- und Unterkasten durch je vier, also acht Oeffnungen von circa drei Zoll Durchmesser in den beiden Scheiben mit ihrer Masse adhärirten, gab das Luftentweichen doch zu mannigfachen Undichtigkeiten und Schweissnäthen auf der zu oberst liegenden Radscheibe Veranlassung. Eine fast gleiche Schwierigkeit wurde durch das Feststellen des Radkernes hervorgerufen, dessen Heben bei erfolgendem

*) Es werden immer 4—6 Stück auf einmal getempert.

Gusse eine verwerfliche Beschaffenheit der oberen (inneren) Radscheibe hervorrief.

Die Kerne wurden zuerst aus dem gewöhnlichen Kernlehm, dann aber und mit bestem Erfolge aus Masse gefertigt. Die Ableitung der Luft war leichter zu bewerkstelligen und ein Kochen trat nicht mehr ein. Der Einguss ist auf einen Minimaldurchmesser gebracht und ein Zerreissen des Nabenkernes seitdem nicht mehr vorgekommen.

Die Bahnkapseln wurden, um eine ungleichförmige Erwärmung zu vermeiden, in den Darrkammern der heissen Luft ausgesetzt, nicht mehr mit dem Brennstoff in direkte Berührung gebracht, wie es zu Anfang geschah, wo dann die Abschreckung von $^3/_8 - 1$ Zoll variirte.

Die Abkühlung geschieht dadurch, dass, nach Hinwegnahme des Kastens und der Kapsel, das heisse Rad in trocknem Sande eingebettet wird und die freiliegende Nabe durch Wasser gekühlt wird. Ganz freigelegt wird das Rad erst, wenn die Nabe nur noch handwarm ist.

Das Eisen ist halbirtes Eisen vom übersetzten Gang, doch von minder weisser Beschaffenheit als dasjenige, welches zum Hartwalzenguss gebraucht wird. Man erzielte es durch eine Vermehrung des Eisensteinsatzes bei circa 20 Gichten und durch Vermeidung aller solcher milden Erze, die Zink und Blei enthalten und ein Mattwerden des Eisens veranlassen.

Der Cupolofenguss wird indessen zur Erzeugung von Eisenbahnrädern immer vorzuziehen sein und eine nutzenbringende Extension dieses Betriebes überall erst dann stattfinden, wenn das im Hochofen erzeugte Weisseisen, mit gutem grauem Roheisen gattirt, im Cupolofen umgeschmolzen wird.

Die Anfertigung der Hartgussräder auf den Staatswerken musste unterbleiben, weil eine zur Erzielung besserer technischer und finanzieller Resultate dieser Branche dringend verlangte Erweiterung der bezüg-

lichen Räume aus anderen Gründen verweigert werden musste.

§. 89. Bedeutend sind dagegen die Erweiterungen, die der Branche in Oesterreich, vor Allem aber in Amerika gegeben worden sind.

Die Fortschritte in Oesterreich, wo ausser Ganz in Pesth-Ofen noch die Staatsbahn zu Reschitza und eine andere Gesellschaft zu Dernö diese Räder fabriciren, lassen sich recht würdigen, wenn man den bezüglichen Bericht von Kerpely im Praktischen Maschinenconstrukteur 1870, Nr. 8 u. 9 und darnach in Kerpely's Fortschritten der Eisenhüttentechnik durchgeht. Es ist daselbst auch die Skizze einer Form gegeben, welche mit den dem Verfasser selbst von competenter Seite gemachten Mittheilungen nicht ganz übereinstimmt. In der Kerpely'schen Formzeichnung Taf. XXIX. Fig. 1 befindet sich der Spurkranz nach oben gekehrt, während die neuesten Erfahrungen in Ofen dazu geführt haben, den Kranz nach unten zu wenden. (Die Kerpely'sche Zeichnung ist sonst ohne Weiteres verständlich.)

Interessant sind die von A. Schröder, Ingenieur der österreichischen Staatsbahn gegebenen Erfahrungen beim Betrieb mit Schalengussrädern, obwohl für den Giessereibetrieb selber Weniges daraus abgeleitet werden kann. Es beziehen sich die gemachten Mittheilungen in der Hauptsache auf Preis, Garantiezeit, Leistungsfähigkeit u. s. w. (Dingler's J. 190, S. 354.)

Auf Veranlassung des ungarischen Minister für öffentliche Arbeiten u. s. w. wurden unter Aufsicht der Delegirten von 9 Eisenbahnverwaltungen Ungarns am 15. und 16. December 1870 Proben mit Ganz'schen Rädern vorgenommen, die zeigten, dass das Etablissement einen hohen Grad von Sicherheit in der Fabrikation dieser Räder erreicht hat. (Dingler 1872, 201, S. 78; nach Zeitschrift des Vereins der Eisenbahnverwaltungen, 1871, Nr. 13.)

§. 90. Interessant sind einige Bemerkungen über die Spannungen in den Rädern, welche in dem

schon citirten Vortrag von Zerah Colburn (Mechanics. Magazine Vol. XIII 1865 S. 219; zum Theil wiedergegeben von Kleyle in der Zeitschrift des österreichischen Architekten u. Ingenieur-Vereins 1865, S. 150 und Dingler 178, S. 37 — vollständig bearbeitet vom Verfasser Deutscher Industriezeitung 1870.

Colburn sagt ungefähr folgendes:

Eine eigenthümliche Schwierigkeit zeigen die Hartgussräder, bei denen eine starke und lange Nabe durch einfache oder doppelte Scheiben mit einem massiven Kranze verbunden sind, dessen Aussenfläche hartgegossen ist. Da die Scheiben selten über $^1/_2$—$^3/_4$ Zoll stark sind, die Nabe und der Kranz aber 2—3 Zoll dicke Partien von 4—8 Zoll Breite haben, so ist die Herstellung der Räder mit den grössten Schwierigkeiten verbunden, und bis jetzt nur in Amerika und in Deutschland mit Erfolg cultivirt worden. Die Spannungen werden in der verschiedensten Weise überwunden; zunächst wird ein Material gewählt, dessen Cohäsionskräfte bedeutend genug sind, die gewöhnlichen Spannungen zu überwinden, dann wird sofort nach dem Guss die Nabe durch Entfernen des Kerns und Eingiessen von Wasser möglichst ausgekühlt, der Kranz dagegen entblösst gehalten, während die Scheiben tief im Sand eingebettet bleiben. Ein Hauptmittel einiger Fabriken (Ganz in Ofen) besteht darin, die Räder in glühendem Zustand in Cokesklein zu graben und langsam ausglühen zu lassen; dadurch wird die Molekularbewegung, deren Hemmung die Spannung erzeugt, länger fortgesetzt und letztere im Entstehen vermindert. Whitney in Philadelphia nimmt seine Räder nach eben erlangter Consistenz aus der Form und senkt sie in erhitzte Gruben, wo sie drei Tage lang luftdicht verschlossen bleiben. Spannung dann = 0.

Die oberflächliche Härtung des Schalengusses scheint im Moment der Berührung der Schalen zu entstehen und ist später unveränderlich.

Solche Räder übertrafen die besten englischen schmiedeeisernen Räder, z. B. die von Lowmoor.

Auch die Construktion der Scheiben d. h. ihre Krümmung ist verschiedentlich geändert worden, um die Haltbarkeit der Räder herzustellen; bei den Doppelscheiben bilden beide zusammen einen linsenförmigen Körper, bei den einfachen ist entweder eine doppelte concentrische Krümmung vorhanden, die gleichzeitig der späteren Funktion der Räder entspricht oder es sind noch wechselnde Ausbauchungen nach innen und aussen zwischen Nabe und Kranz vorhanden.

4) Die Fabrikation des schmiedbaren Gusses.

§. 91. Was ist schmiedbarer Guss? ein Produkt der Industrie, das fester als Gusseisen, sogar in beschränktem Sinne dehnbar und schweissbar ist, dabei aber in einer Form den Markt erreicht, welche den Guss als Methode der Darstellung äusserlich erkennen lässt. Um diese Bedingungen zu vereinigen, giesst man die darzustellenden Dinge aus gut geschmolzenem Roheisen und nimmt mit den erhaltenen Giessprodukten eine Operation vor, welche man das Tempern oder Adouciren des Gusses nennt. Das ist der ursprüngliche, seit 150 Jahren erfundene Gang der Darstellung und derselbe liefert auch heute noch die besten Resultate, sobald er mit vollständiger Kenntniss der Materialien ausgeführt wird.

In neuester Zeit aber begnügt man sich häufig, durch Legiren von Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl in Form kleiner Brocken und Abfälle eine Mischung hervorzubringen, die ebenfalls einen stahlähnlichen Charakter zeigt, ohne aber die mit der alten Methode verbundenen guten Eigenschaften zu besitzen. Es ist dieses die meiste in grossen Städten unter dem Namen Stahlguss und schmiedbarer Guss annoncirte Waare, und sie zeichnet sich wohl durch Billigkeit vor dem eigentlichen getemperten Guss aus, keineswegs aber durch hervorragende technisch werthvolle Eigenschaften.

Die Darstellung von schmiedbarem Gusse ist ein Zweig des Eisengiessereibetriebes, der eine namhafte

Industrie ausmacht und vorzugsweise in England und Belgien, neuerdings auch in Deutschland, Frankreich und Amerika cultivirt wird. In gewisser Beziehung bietet diese Fabrikation das grösste Interesse, nämlich ihren chemisch-technischen Grundzügen nach und doch existirt so ausserordentlich wenig Erschöpfendes darüber in der technischen Literatur. Z. B. macht Percy die ganze Sache auf einer einzigen Seite ab. Andere Metallurgen, z. B. Karsten, behandeln sie zwar mit mehr Liebe, aber sind weit davon, vollständig zu sein; auf der anderen Seite haben sich die Technologen noch weniger damit abgegeben und sie als metallurgische Branche der besonderen Literatur überlassen.

Pelouze & Fremy in der Chimie industrielle III, p. 290—294, haben zwar einiges mehr darüber gesagt als andere, sich aber doch auf die Prinzipien wesentlich beschränken müssen. Diese und ähnliche Abrisse wanderten mit allen Missverständnissen in diverse französische, englische und deutsche Lehrbücher.

Erst der Franzose Brüll veröffentlichte 1862—63 eine Abhandlung, die mehr gab, als das schliesslich gäng und gebe Gewordene und man kann diese Abhandlung vielleicht als die beste ansehen, welche jemals über diesen Gegenstand geschrieben wurde. Brüll hatte im Vereine mit Tresca und Morin eine Reihe Versuche am Conservatoire des Arts et Metiers in Paris gemacht, welche sich allerdings nur auf Messungen der Festigkeit verschiedener Muster von schmiedbarem Gusse bezogen und keine weiteren Aufklärungen gaben.

Die wirkliche Natur des Darstellungsprozesses macht eine ausgedehntere Versuchsreihe nothwendig, die von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen muss und sich auf Muster verschiedenster Herkunft erstreckt — ehe die physikalischen Eigenschaften des schmiedbaren Gusses nach allen Richtungen hin vollständig bekannt sind.

Einen wesentlichen Beitrag zur Kenntniss des schmiedbaren Gusses giebt R. Mallet in seiner Reihe

von Aufsätzen über verschiedene Punkte des Eisengiessereibetriebes und ein grosser Theil des Folgenden ist diesen detaillirten und genauen Aufzeichnungen eines gewiegten Praktikers entnommen, vervollständigt durch eigene Erfahrungen und Beobachtungen.

Für die Gliederung des Stoffes ist auch die Mallet'sche Eintheilung die geeignetste und soll derselben hier gefolgt werden.

§. 92. In grossem Umriss gegeben, präsentirt die Fabrikation des schmiedbaren Gusses fast überall denselben Charakter; es handelt sich stets darum, das passende Roheisen in Tiegeln umzuschmelzen, in genaue Formen, sowohl aus grünem als aus getrocknetem Sande, zu giessen, die Güsse in praktischer Weise von dem anhängenden Formmaterial zu befreien und sie mit eisenoxydhaltigem Pulver in Töpfe oder Kästen zu schichten — die in einem passenden Ofen durchgeglüht werden. Die Gussstücke werden dann abermals gereinigt und mit einem passenden Ueberzuge versehen oder, wenn dies erforderlich erscheint, vorher mehr oder weniger bearbeitet.

Im Grossen trennt sich die Fabrikation gewöhnlich in der Art, dass einige Anstalten vorzugsweise grössere, andere dagegen kleinere Gegenstände massenhaft fabriciren.

Das Material des schmiedbaren Gusses, das Roheisen, wurde von Réaumur bereits aus Cumberland bezogen und selbst jetzt behauptet u. A. Brüll, dass für den schmiedbaren Guss nur Roheisen von Ulverstone angewandt werden könne. Dieser Vorzug hatte zu Réaumur's Zeiten eine gewisse und um so grössere Berechtigung, als sowohl das reingehaltene Erz, wie die ausschliessliche Anwendung der Holzkohlen zur Reinheit des Hochofenproduktes wesentlich beitrugen.

Wenn englische Autoritäten in dieser Specialität, z. B. Lucas, nach der Mittheilung seiner Nachkommen (an Mallet gerichtet) das Roheisen von Cumberland und Westmoreland ausschliesslich verbrauchten, so geschah es, weil es immer noch die

reinste der damals auf den Markt kommenden Roheisensorten war. Jetzt aber lediglich aus Tradition daran festzuhalten, ist ein Mangel an Kenntniss der überall zerstreuten brauchbaren Materialien, die namentlich Deutschland in grösserer Menge liefern kann. Es können, abgesehen von den aus ähnlichen Erzen, wie es die Cumberlander Rotheisensteine sind, erblasenen Eisensorten — aus Roheisen von anderer Herkunft, sofern es nur rein ist und eine hinreichende Festigkeit besitzt — schmiedbare Güsse vorwurfsfrei hergestellt werden. Versuche sind stets nothwendig, doch vermag ein geübtes Auge und eine ausreichende Kenntniss der Eigenthümlichkeiten von dem Roheisen verschiedener Gaue, die Versuchsdauer wesentlich zu kürzen.

Mallet giebt an, dass jedes weisse Eisen dazu verwendet werden könne und stellt dadurch die Sache als ausserordentlich leicht hin; dem ist aber nicht so und es bedarf ausser der durchweg weissen Farbe noch eines bestimmten Grades von Reinheit, um guten schmiedbaren Guss zu liefern. Ganz irrig ist namentlich die Aeusserung desselben Autors, dass „gefeintes“ oder in sonstiger Weise „seines Graphites beraubtes“ Eisen ohne Weiteres sich zur Fabrikation des schmiedbaren Gusses qualificire. Brüll reclamirt als nothwendige Eigenschaft des Materiales die „propension aciéreuse“, d. h. Hinneigung zur stahlartigen Beschaffenheit — und insofern der schmiedbare Guss eigentlich, was Mallet nicht zu wissen scheint, Glühstahl ist, mag die Anforderung des französischen Autors, so wenig sie Anhalt bietet, gelten. Was ist heute noch Rohstahleisen und was nicht? Viel weiter auseinander liegen die Grenzen des Begriffes als früher und umfassen eine Menge von Roheisensorten, die man ehemals nur zur Stabeisendarstellung verwerthen zu können glaubte. *)

*) The Engineering und Mining Journal 1869, Vol. 8, S. 402, bemerkt Dr. Adolphe Ott zur Frage des schmiedbaren Gusses Folgendes:

Neben dem frischen Rohmaterial verarbeitet man in einem gewissen Verhältnisse auch die Abfälle des Betriebes, Eingüsse und Bruch, deren Beschaffenheit sehr veränderlich sein kann.

§. 93. Das Schmelzen des Materiales wird gewöhnlich in Tiegeln vorgenommen und bedient man sich zu diesem Behufe der verschiedensten Grössen in Gefässen und Oefen.

Während der Inhalt der Gefässe zwischen 50—100 Pfund schwanken kann, stellt man in einem Ofen 1, 2, 3 oder auch 4 Tiegel auf, welche nacheinander ausgegossen werden — im Maasse, als sie gussbereit sind. Ein solcher Tiegelofen der älteren Façon ist bekanntlich ein viereckiger Raum, dessen Höhe sich zur Seite etwa wie $1^1/_2$—2 zu 1 verhält und der unten mit einem Rost, oben mit einem beweglichen Deckel abschliesst. Unter diesem Deckel führt seitlich ein

Mallet habe behauptet, dass die Biegsamkeit und Weichheit des schmiedbaren Gusses von der Vertheilung des Graphites herrühre, der in kleinen Blättchen vorhanden sein müsse. Vergleich mit dem Gelenkquarz. Der Bruch sei mehr der des feinkörnigen Roheisens als des Schmiedeeisens.

Die Bearbeitung sei ähnlich wie bei dem Schmiedeeisen — doch lasse sich der schmiedbare Guss nicht bis zu grosser Tiefe bohren, drehen u. s. f.; auch sei seine Politurfähigkeit geringer als beim Stahl, selbst beim gleichmässig harten weissen Roheisen.

Nach Morin & Tresca ist die Elasticität des schmiedbaren Gusses wesentlich geringer als die des geringsten Schmiedeeisens (35 Kilogramm per Quadratmeter). Dünne Stücke von schmiedbarem Gusse liessen sich ohne Schaden kalt biegen — doch ist die Zurückbiegung schon gefährlicher; die warme Bearbeitung geschieht nach Mallet am besten zwischen rother und gelber Glühhitze, doch weichen die verschiedenen Sorten darin sehr von einander ab.

Unter sich ist schmiedbarer Guss nicht schweissbar, dagegen ist es möglich, Eisen oder Stahl daran zu schweissen.

Der Schmelzpunkt liegt zwischen denen des Stahl und des grauen Roheisens; leichter empfindlich in der Hitze als gewöhnlicher Guss, wurde er doch als Material für Silbertiegel in Frankreich viel gebraucht.

Nach Brüll ist er temperbar, mit kohlehaltigen Pulvern ebenso, wie mit Ferrocyanverbindung.

Fuchs nach einer scharf ziehenden Esse und unter dem Roste befindet sich ein tiefer Aschenfall, zu dem von der Seite her die frische Verbrennungsluft strömt.

Sehr zweckmässig ist die Lage der Oefen so zu wählen, dass der Rand der oberen Mündung in der Ebene der Hüttensohle liegt und dass der Aschenfall sich nach einer Wölbung unter derselben öffnet. Dann empfindet man im Arbeitsraume nichts von der strahlenden Wärme des Ofens und das Schüren des Feuers, sowie das Herausnehmen der Tiegel findet in der angemessensten und bequemsten Weise statt.

Diese Anordnung ist auf den Stahlgiessereien längst eingeführt — auf den Giessereien für schmiedbaren Guss ist man dagegen noch häufig im Besitze der in unbequemer Höhe über der Hüttensohle sich erhebenden Windöfen — namentlich in gemietheten Lokalitäten.

Bei grösseren Etablissements ist es sogar geboten, noch etwas weiter zu gehen und die Tiegel in Siemens'sche Regenerativgasöfen einzusetzen, wie das für Gussstahl ja bereits geschieht. Sie nehmen bis 18 Tiegel auf und verbrauchen weit weniger Brennstoff als die gewöhnlichen Tiegelöfen. Während die letzteren nach Mallet etwa das Doppelte des Eisengusses an Cokes (zu 20—25 sh. pro Ton) erfordern, ist zu dem Betriebe eines Gastiegelofens auf Stahl nur etwa das gleiche Gewicht Brennstoff von schlechter Qualität, den man für 7—9 sh. pro Ton bekommt, nothwendig. Setzt man anstatt des Stahles weisses Roheisen ein, so stellt sich das Verhältniss selbstverständlich noch günstiger.

Ein sehr bedeutender Vortheil der Siemens'schen Oefen ist noch die grössere Schonung der Tiegel, welche im direkten Contakt mit den Brennstoffen, sehr leicht deteriorirt werden; im Siemens'schen Ofen umspülen sie die Gase und jeder erkältende Einfluss, der bei einem Windofen immer vorkommen kann, fällt auch noch fort.

Ausser in Tiegeln hat man namentlich bei grösseren

Stücken den Versuch gemacht, das Rohmaterial des schmiedbaren Gusses in Schachtöfen oder Cupolöfen niederzuschmelzen, wie sie sich im Giessereibetriebe allenthalben im Gebrauche finden. Weil nun in solchen Oefen das Roheisen im Contakt des Brennstoffes sich befindet und ein solcher Contakt immer einen Einfluss auf die Reinheit des Materiales ausübt, so ist es geboten, nur die besten Brennstoffe zu gebrauchen. —

Das sind Holzkohlen oder möglichst aschenfreie Cokes; erstere sind in jedem Falle zu theuer, um die Concurrenz mit den letzteren aushalten zu können und die eben ausgesprochene Bedingung der Verwendbarkeit für die Cokes ist sehr schwer zu erreichen. Man entschliesst sich deshalb nur ungern zum Schachtofenbetrieb oder nimmt für diesen Fall ein recht leicht schmelzendes, gutartiges Eisen, um nicht die Temperatur des Ofens im Interesse der Giessbarkeit so hoch steigern zu müssen, dass die schädlichen Einflüsse des Brennstoffes sich bemerkbar machen können. Besondere Windführung und besondere Ofenconstruktion sind hierbei nicht unwichtig und fehlen darüber alle Erfahrungen gerade im Bezug auf den Punkt des schmiedbaren Gusses.

Auf Taf. XXVIII. findet sich ausser der Skizze eines sehr praktischen transportablen Tiegelofens noch die Zeichnung eines Gastiegelofens mit Regenerativsystem nach den Angaben Mallet's im IV. Bande der III. Serie von Practical Mechanics Journal.

Fig. 1 stellt den Aufriss,
Fig. 2 den Grundriss der einfachen Tiegelofenanlage dar;
Fig. 3 den Grundriss und einen theilweisen Horizontalschnitt durch die Luftkanäle,
Fig. 4 den vertikalen Durchschnitt der Gastiegelofenanlage dar.

§. 94. Das Formen geschieht sowohl in gewöhnlichem als in getrocknetem Sande; wobei man sich gusseiserner Formkasten, wie bei dem Feingusse,

bedient. Wenn Mallet erwähnt, dass auch hölzerne Formkasten vorkämen, so ist das eine Ausnahme und nur für den grünen Guss denkbar. Wichtig ist es, in Form und Grösse die Formkasten so zu wählen, dass sie dem betreffenden Gussartikel gegenüber das leichteste und handlichste Betriebsgeräth abgeben. Man wird demgemäss bei der Schuhnägelfabrikation andere Kasten brauchen müssen, als bei der Darstellung von Schraubschlüsseln oder noch grösseren Stücken.

Die Förmerei wird auf der Bank ausgeführt, da selbst die grössten Hartgussstücke nicht gross genug sind, um das Formen auf der Hüttensohle oder gar im Herde anwendbar erscheinen zu lassen.

Das Formmaterial muss sehr gut zubereiteter oder schon natürlich qualificirter Sand sein und sowohl dem Modelle als auch dem Gusse selbst nicht anhängen. In England wendet man den aus der Verwitterung des thonigen Buntsandsteines hervorgegangenen feinen gleichkörnigen rothen Sand an, der sich besonders in den Thälern jenes Gebietes ansammelt und durch eingeschlämmten feinen Thongehalt bündig wird; er verarbeitet sich fast ohne jede weitere Vorbereitung und wird, seiner ausgezeichneten Eigenschaften wegen, als Modellsand bis nach Deutschland verfahren.

Bei Birmingham bedient man sich des natürlichen Formsandes aus den ein paar Meilen weit entfernten Kohlenschächten bei Moxelay, während zu Sheffield ein milder halbverwitterter Buntsandstein von Rowsley gebraucht wird, der aber gemahlen und geschlämmt werden muss.

Der Sand von Birmingham wird zu sehr feinem schwachen Gusse, ohne jeden absichtlichen Zusatz von Kohle, verwandt; nach und nach erhält er allerdings mehr oder minder deutlich auftretende Kohlebestandtheile, welche von dem Schwärzen der Formen herrühren. Für gröberen Guss muss er, wie auch der Sand von Moxeley, mit Holzkohle gemischt werden.

Diesen Ausführungen Mallet's über englische

Materialien können wir nichts weiter zufügen, als dass die Feinheit und gleichzeitig die Lockerheit des Formmateriales hier, wie bei jeder sauberen Formarbeit, Grundbedingungen für das Gelingen sind. In welcher Weise beides erreicht werden kann, richtet sich nach den Eigenschaften des an jeder Stelle vorzufindenden Rohmateriales, und kommt es wesentlich darauf an, aus rohem fetten Sande durch Mahlen und Brennen ein feinzertheiltes Material herzustellen oder durch Mischen von Flusssand und lehmigem Boden erst einen fetten Sand künstlich herzustellen, der dann gemahlen uud gebrannt wird.

§. 95. Die Modelle zu dem schmiedbaren Gusse unterscheiden sich in Nichts von denen anderer Förmereiprozesse, nur ist zu bemerken, dass bei kleinen Sachen der Einguss mit am Modelle angebracht sein muss und die Vereinigung der sämmtlichen einzelnen Modelle bildet, wenn mehr als ein Stück gleichzeitig gegossen werden soll.

Die Modelle selbst müssen, der häufigen Wiederholung des Formens wegen, von dauerhaftem Materiale sein und vorwiegend aus Metall bestehen; zweckmässig ist vor allem die Anwendung einer leicht bearbeitbaren aber harten Legirung, an der sich die feineren Züge nicht so schnell abnutzen.

Der Schnelligkeit wegen, mit der gearbeitet werden muss, erscheint es passend, vorwiegend ungetheilte Modelle und genaue Formunterlagen zu benutzen. Für einzelne Dinge, die in tausendfacher Wiederholung geliefert werden müssen, ist es gut, mechanische Hilfsmittel in der Art der Formmaschinen anzuwenden. Dadurch vergrössert man sowohl Leistung als auch Sicherheit der Arbeit; nur bedarf man alsdann naturgemäss einer möglichst vollständigen Garnitur gut und genau bearbeiteter und auf einander passender Formkasten, die unter einander und zu den Modellplatten der Formmaschinen in richtiger Beziehung stehen.

Eine Hauptsache bei aller kleineren Waare ist der richtige Querschnitt der Eingüsse; es müssen dieselben gross genug sein, einen lebhaften Guss

möglich zu machen und müssen wiederum schlank genug ausfallen, um leicht von den einzelnen Gussstücken abzugehen, ohne deren Ganzheit zu bedrohen. Giesst man die Gegenstände aus sehr grellem Eisen, so ist die Sprödigkeit desselben so gross, dass beim Oeffnen der Formkasten alles in Scherben sich befindet, von welchen einige die Gusstücke, andere die Eingüsse enthalten; oft genug bricht die Gusswaare mitten durch und der Einguss bleibt haften.

Diese grosse Sprödigkeit ist nicht zu vermeiden, weil man mit sehr heissem Materiale giesst und weil die Formen selbst mit einer die Hitze gut vertragenden Schwärze versehen werden müssen, deren Wirkung das Abschrecken noch um Geringes steigert. Bei massiveren Stücken kann man das Schwärzen entbehren, aber nicht bei den leichteren und schlankeren, so dass gerade die ihrer Form nach zerbrechlichsten Gegenstände diese eine nicht angenehme Qualität durch die Darstellungsmethode verstärkt erhalten.

Es muss beim Tempern darauf Acht gegeben werden und auch beim Gusse selbst kann man durch Anwendung des festesten Materiales viel thun, um die zu bedeutende Sprödigkeit zu vermeiden. Es ist vielleicht sogar gut, zu diesen Stücken graphitreiches Eisen zu nehmen, weil es in solchen geringen Stärken doch weiss wird, aber besser hält als frisch vergossenes weisses Eisen.

Nach dem Abgusse wirft man den Inhalt der Kasten durch einen Drahträtter, um in wenig zeitraubender Weise die Gussstücke vom Sande zu trennen. Dieses geschieht vorzugsweise bei kleinen Stücken, während man grössere Gussstücke einzeln aus dem Sande liest oder mit einem Rechen ausharkt. Die Eingüsse werden auf der Stahlschneide eines Meissels oder eines Hammers abgebrochen.

Die völlige Reinigung der ausgelesenen Artikel vom anhängenden Sande geschieht in verschiedener Weise. Gegenstände von gleicher Ausdehnung nach allen Seiten, also weder flache noch lange Stücke,

kommen in grosse rasch gedrehte Trommeln und reiben sich gegenseitig den Sand ab. Alle Dinge, auf die sich eine solche Procedur nicht anwenden lässt, weil sie vorzugsweise Scherben liefern würde, werden entweder von Arbeitern, gewöhnlich Knaben, abgerieben, oder, nach vorgängigem Abwaschen mit Wasser, in verdünnter Schwefelsäure gebeizt — wieder abgewaschen und auf heissen Platten in Sägespänen getrocknet.

§. 96. Die so zum Tempern vorbereiteten Gegenstände kommen nun in die Tempergefässe, Cylinder von circa 12 Zoll Durchmesser und 15 Zoll Höhe, deren Wände und Böden etwa $^1/_2$—$^5/_8$ Zoll stark sein müssen; obwohl nach jeder Campagne ein guter Theil des Materiales abblättert, so halten die Gefässe doch 15—20 Operationen aus. Für ungewöhnlich gestaltete Dinge und ordinäre Arbeit bedient man sich auch temporärer Tempergefässe, die man in solchem Falle aus dünnem Bleche zusammenbiegt und verbindet.

Im Allgemeinen verbrennt Schmiedeeisen sehr rasch und ist deshalb nur zu 2—3 Hitzen zu gebrauchen; man bedient sich aus diesem Grunde hauptsächlich des Gusseisens, das man selbst in die geeignete Form bringt.

Die zwischen die einzelnen Stücke gebrachte Substanz besteht aus einer Mischung von gepulvertem frischen Hämatit oder Rotheisenstein mit bereits gebrauchtem, der dann in den Zustand des Hammerschlages übergegangen und mehr oder weniger cohärent geworden ist. Bei starken Stücken, die ein nachhaltigeres Tempern erfordern, ist die Beimischung frischen Hämatits eine stärkere und eine Sache der technischen Erfahrung. Ohne jede Erneuerung kommt man nicht aus, da ein mehrfach gebrauchtes Hämatitpulver keine Wirkung mehr äussert, obwohl man es fein mahlt. Die krystallinische Textur, welche das Oxydationsmaterial annimmt, mag noch mehr als die chemische Veränderung, d. h. die Verwandlung in

Eisenoxydoxydul, dazu beitragen, die Constanz des Reduktionsproduktes zu erhöhen.

Was die Einbettung selber anbetrifft, so giebt man auf den Boden der Gefässe zunächst eine $1^1/_2$ Zoll dicke Lage von Eisenerz und legt darauf die erste Schicht Gegenstände, deren Zwischenräume möglichst auf $^1/_2$ Zoll zu reduciren sind. Auch die Hämatitschichten zwischen den Lagen von Gussstücken brauchen nur etwa $^1/_2$ Zoll stark zu sein — nur den Abschluss macht eine etwa $1^1/_2$ Zoll dicke Lage, die noch mit Sand bedeckt sein kann.

Der Deckel wird dann lose aufgesetzt und das Gefäss mit Kalk signirt, so dass man den Inhalt weiss und danach beim Einsetzen verfahren kann; grössere Stücke setzt man gern in die heisseren Zonen des Ofens, kleinere in die übrigen Räume, wobei wiederum die Kenntniss der Temperöfen und die Erfahrung das Meiste thut.

Das Feuern geschieht in der Art, dass man 18—24 Stunden anfeuert, dann 60—80 Stunden Vollfeuer giebt und danach bei partiell geöffnetem Ofen 24—36 Stunden lang abkühlen lässt. Selbst dann nimmt man die Töpfe mit Zangen heraus und stellt sie auf eiserne Platten, um sie ganz kalt werden zu lassen. Nimmt man die Gegenstände zu heiss heraus, so erhalten sie nicht die tiefer und angenehm blauröthlich schimmernde schwarze Farbe, die so sehr beliebt ist. Die stärkeren Stücke, die über $^3/_4$ bis 1 Zoll stark sind, werden häufig nochmals getempert, obwohl es vortheilhafter ist, diese etwas länger abkühlen zu lassen und deshalb besondere Oefen damit zu besetzen. Das zweimalige Tempern verursacht zu leicht eine Verunschönung des Aeusseren, weil die Auflockerung der Textur und die darauf folgende Abkühlung stets eine bleibende Veränderung der Oberfläche nach sich zieht.

§. 97. Die Oefen zum Tempern sind gewöhnlich hohe schrankartige, oben mit einem Gewölbe geschlossene, vorn offene Oefen, deren Sohle von zwei Feuerungen geheizt wird, deren Gase dann den ganzen

Ofenraum durchstreichen, um durch einen Fuchs nach der Esse zu ziehen. Oft mauert man in dem Hohlraume des Ofens ein zweites Mauerfutter ein, innerhalb dessen die Töpfe aufgebaut werden, während zwischen demselben und der äusseren Ofenwand die Feuergase aufsteigen. Ein solches Vorgehen rechtfertigt sich besonders bei feinen Arbeiten, während man gewöhnlich das Feuer direkt zwischen die Tempergefässe leitet. Die Brust der Oefen ist entweder mit eisernen Platten verschlossen oder mit Steinen leicht vermauert; in jedem Falle ist es gut, in dem Verschlusse Visiröffnungen zum Beobachten der Temperatur auszusparen.

Der Betrieb eines solchen Ofens nimmt nahezu zehn Tage in Anspruch, wenn es sich um die Darstellung mittelgroben Gusses handelt. Die Zeiteintheilung ist dann gewöhnlich folgende: die Töpfe werden den Montag eingesetzt und am selben Tage Abends oder in der Nacht steckt man Feuer an, welches bis Freitag oder Samstag stetig gesteigert wird, doch selbstverständlich nie bis zum Schmelzpunkte des Roheisens, sondern allerhöchstens bis zu einer deutlichen gelbweissen Glühhitze. Diese Temperatur erhält man wenigstens 24 Stunden, also etwa Sonntag oder Montag Nacht, wobei dann auch alle Zugänge des Ofens vollkommen luftdicht sein müssen. Dann wird einer geringen Luftmenge der Zutritt gestattet, um die Kühlung so zu beschleunigen, dass am Mittwoch etwa die vermauerte Vorderseite geöffnet und die Einsätze dem vollen Zuzuge der frischen Luft ausgesetzt werden können. Sie dürfen alsdann aber nicht heisser sein, als es die Möglichkeit gestattet, sie sofort herausnehmen zu können, welches unmittelbar zu geschehen hat.

Eine Controle der Temperatur und der Zeitdauer des Adoucirungsprozesses giebt es nicht; wie lange und wie stark man einen Guss erhitzen muss, ergiebt sich nur aus der Uebung und Erfahrung. Die Tempermethode, wie wir sie eben geschildert und wie sie in den meisten Giessereien auch ausgeführt wird,

hat eine ziemliche Verschwendung an Zeit, Brennmaterial und Anlagekapital im Gefolge. In England hat man deswegen schon längst sich in den grösseren Anstalten anderer Ofensysteme bedient und dabei dem Siemens'schen Regenerativsystem den Vorzug gegeben. Die von Francis in Birmingham gewählte Ofenconstruction zeigt einen halbcylindrischen, muffelartigen Raum mit zwei Einsatzthüren jederseits — deren Zweck es ist, die Räumung und Besetzung bei ununterbrochenem Betriebe möglich zu machen. In welcher Weise diese schwierige Arbeit durch mechanische Mittel erleichtert wird, ist nicht bekannt; es wird nur mitgetheilt, dass in etwa 18 Stunden die neue Charge zur hellrothen Glühhitze gebracht wird, dass ferner die Temperatur 60—70 Stunden lang allmälig gesteigert und dass nachher durch Unterbrechung des Ofenbetriebes etwa 24 Stunden Kühlungszeit gelassen wird, ehe man die Charge auszieht und eine neue einsetzt.

Die Bedenken, welche man gegen die Anwendung des sonst so vortrefflichen Siemens'schen Ofens überall da hat, wo es sich um veränderliche Temperaturen handelt, müssen auch hier Platz greifen und haben deshalb bereits die Engländer die Idee ausgesprochen, den Ringofen der Ziegeleien für das Tempern von Gusswaaren umzugestalten und anzuwenden.

Für mittelgrosse Anstalten rechnet man 4—6 Temperöfen als das Maximum und wird das Tempern von einer besonderen Klasse von Arbeitern ausgeführt, während der Förmer das Giessen und Schmelzen selbst besorgen muss. Nach erfolgter Entleerung der Tempergefässe befreit man alle Gegenstände vom anhaftenden Oxydpulver und polirt sie in ähnlicher Weise, wie es beim Entfernen des Formsandes geschehen — in Trommeln oder durch einzelne Handarbeit.

Wenn sie roh verkauft werden sollen, so sind die Artikel jetzt fertig; oft giebt man ihnen, abgesehen von einer wirklicken Bearbeitung in Schlosserei und

Schmiede, einen Ueberzug von Graphit, Lack oder Zinn und dieses geschieht ebenfalls in Trommeln, nachdem man die Güsse sorgfältig gereinigt und in einzelnen Fällen sogar gebeizt hat. Verzinnung wird bei Polsternägeln angewendet und durch Rotiren der Nägel in einer heissen eisernen Trommel mit etwa 2 Unzen Kornzinn (auf 50 Pfund Nägel) hergestellt. Diese Ueberzüge haben einen sehr intensiven Glanz und sind vollkommen geschliffen; selbst der einfache Graphitüberzug sieht sehr bestechend aus.

§. 98. Eine Reihe von Temperöfen ist auf Taf. XXIX. dargestellt.

Fig. 2, 3, 4 geben die Skizze eines einfachen Ofens,

Fig. 5, 6, 7 dagegen die eines grossen, mit Gas geheizten Ofens, wie ihn Mallet publicirt hat,

Fig. 8, 9, 10, 11 die Zeichnungen der neuen Temperöfen von Tenwick in Grantham, mit drehbarer Sohle und Rostfeuerung.

Der Tenwick'sche Ofen (Engineering 1870, December, S. 473; danach Dingler 199, S. 364 und Kerpely, Fortschritte der Eisenhüttentechnik) bedarf keiner Beschreibung.

Der Ofen Fig. 8 und 9 (Halbgrundriss) ist für kleinere Sachen und hat einen drehbaren Rahmen, auf den wieder von der Thüre aus die sechs Segmente des Bodens aufgefahren werden, nachdem der Apparat vor die Thüre eingestellt worden ist.

Der Ofen Fig. 10 und 11 (Halbgrundriss) ist namentlich für Räder u. s. w. eingerichtet und erscheint in der Zeichnung auch mit derartigen Artikeln besetzt. Verbessert daran ist die Thürconstruktion und die Rauchabführung.

Die von anderen Fabrikanten angegebenen Verfahren, den Guss in der Form selbst gleich zu tempern, oder in flüssige Tempermassen zu bringen (z. B. das Poulet- Nagaut'sche Verfahren) haben keine Erfolge gehabt. (Mechanics Magazine, Nov. 1872, S. 392; Dingler 1873, Bd. 207, S. 51.)

Russel Davenport theilt chemische Untersuchungen über einige Punkte der Fabrikation von hämmerbarem Gusseisen mit, die namentlich sich auf die Ursachen von Sprödigkeit u. s. w. in dem schmiedbaren Gusse erstrecken und beziehen. Auch wird das Verhalten des Kohlenstoffes beim Glühen in sehr interessanter Weise dargelegt.

Abtheilung c. *Beschreibung besonderer Vorgänge bei dem Giessereibetriebe, welche in keine der vorher behandelten Abtheilungen gehören.*

aa) Das Anschweissen.

§. 99. Es giebt noch besondere Arbeiten bei der Benutzung des flüssigen Roheisens, welche Erwähnung verdienen.

Die Anschweissarbeiten sind bereits früher mehrfach erwähnt worden; es wäre nur nachzutragen, dass über diese interessante Manipulation Paul Scupin in dem Prakt. Maschinenconstrukteur 1872, S. 13, eine Mittheilung macht, die sich speciell auf das Ergänzen abgebrochener Walzenzapfen bezieht.

Weit wichtiger indessen sind die Bemerkungen Mallet's in dem Verlaufe seiner interessanten Vorträge über Giessereibetrieb, wo er in Betreff des Anschweissens auf eine Arbeit von Mengy in den Annales des Mines 1860 verweist und Beispiele aus Percy's Metall-Iron, S. 745, citirt.

bb) Das Eingiessen oder Umgiessen.

§. 100. Mallet hat (a. a. O. S. 25) eine ausführliche Mittheilung über das Eingiessen oder Umgiessen metallener Gegenstände mit demselben Metalle oder einem anderen gebracht, welche vorzugsweise sich auf den Eisengiessereibetrieb bezieht und vom Verfasser deshalb bereits 1870 für die deutsche Industriezeitung (Nr. 25) bearbeitet wurde. (Vergl. Kerpely, Fortschritte 1870.)

Diese Bearbeitung wird hier unverkürzt wieder-

gegeben und derselben noch eine Mittheilung aus technischen deutschen Kreisen beigefügt.

Im Bezug auf die in der Ueberschrift enthaltenen „anderen Metalle" erläutert der englische Verfasser diesen Ausdruck dahin, dass derselbe sich nur auf das Gusseisen, das Schmiedeeisen und den Stahl bezöge.

Gelegentlich werden auch wohl nichtmetallische Substanzen nach den zu schildernden Methoden behandelt, z. B. Mühlsteinstücke oder Smirgelblöcke werden mit Gusseisen umgossen, so dass sie breite Mahlflächen oder cylindrische Oberflächen bilden.

Bringt man flüssiges Gusseisen, von irgend welcher Beschaffenheit, mit einer vergleichsweise kalten Oberfläche eines guten Wärmeleiters in plötzliche Berührung, so wird das Eisen abgeschreckt, die Textur desselben wird alterirt, die Härte wächst, aber die Dichtigkeit nimmt ab.*)

Der Fall tritt mehr oder weniger deutlich ein, wenn ein Stück Schmiedeeisen, Stahl oder Gusseisen, in kaltem oder wenig erwärmtem Zustande, in eine Lehm- resp. Sandform gelegt wird und wenn das flüssige Roheisen, welches die Form füllt, mit dem Metallstücke in Berührung kommt. Umgekehrt bleibt diese Berührung auch nicht ohne Einfluss auf die Beschaffenheit der eingelegten Metallstücke, tritt aber in verschiedenem Maasse bei den verschiedenen Eisenarten auf.

Das Schmiedeeisen verliert an Festigkeit und auch an Dichtigkeit; es bilden sich neue krystallinische Arrangements durch die ganze Masse hindurch, die schliesslich seine Bestimmung als construktives Material beeinträchtigen.

*) Mallet sagt wörtlich: its hardness increased with its absolute cohesion, but its thoughness diminished. Die absolute Cohäsion wächst aber nicht mit der Härtezunahme und die Behauptung trifft besonders bei dem Weisswerden durch Abschrecken nicht zu.

Aehnliche Veränderungen treten im Stahle auf, aber nicht in gleichem Maasse; sie wirken mehr auf eine Lockerung des Gefüges hin, als auf eine materielle Beeinträchtigung der Construktionseigenschaft. Die Theorie allein berücksichtigt, erscheint daher die Anwendung dieser Eingiess- und Umgiessmethoden nicht zulässig und in solchen Fällen ist nur das Verdikt der Theorie allein für ihre Anwendung in der Praxis wichtig. Trotzdem bieten sich eine Menge Fälle dar, welche aus verschiedenen Gründen eine Ueberwindung der Schwierigkeiten und ein Umgehen des theoretischen Gesetzes wünschenswerth machen.

§. 101. Ehe indess auf diese speciell eingegangen werden soll, mag es gestattet sein, unter denjenigen Fällen eine Auslese zu halten, in welchen die Theorie durchaus unser Führer sein muss und in welchen die Vernachlässigung derselben dem Praktiker Schaden bringt.

Solche Fälle sind alle die, bei denen die volle und unverminderte Festigkeit und Dichtigkeit beider Metalle, des Gusseisens wie des Schmiedeeisens, Bedingung des Gelingens ist. Dieser Grund ist in ausgezeichnetster Weise bei den Construktionen der Artillerie und bei solchen Maschinen vorhanden, in welchen jedes Partikel des constituirenden Materiales nicht nur gleichzeitig nach allen drei Hauptrichtungen angespannt, sondern auch einer plötzlich einwirkenden Kraft ausgesetzt wird, die gross genug ist, um dem Werthe der Bruchfestigkeit sich zu nähern. In solchem Falle muss das Um- oder Eingiessen unter allen Umständen vermieden werden und trotzdem ist die Methode, Kanonen durch Umgiessen eines schmiedeeisernen oder stählernen Rohres mittelst Bronce oder Gusseisen, wiederholt vorgeschlagen, empfohlen und auch versuchsweise ausgeführt worden. In älteren Zeiten der Eisenindustrie, als diese Umstände weniger genau gekannt und erklärt waren und der Mangel guter Werkzeuge schwer ins Gewicht fiel, waren dergl. Vorschläge aus ökonomischen Gründen entschuldbar. Trotzdem hat Palliser versucht,

einen ähnlichen Vorschlag zu machen und erst nachdem vor kurzer Zeit ein mächtiges Geschütz in Woolwich zersprang, als der erste Schuss abgefeuert wurde, erklärte der Erfinder des Systemes (mit unendlicher Aufrichtigkeit, wie Mallet sagt): er gebe seine Methode (die nicht einmal thatsächlich die seine war) auf und seine Zustimmung, wenn auch etwas spät, zu den anderseits aufgestellten theoretischen Bedenken.

Wir werden zwar nicht immer auf solche Spannungen Rücksicht zu nehmen haben, wie sie in den Kanonen entstehen; wenn indess die Spannungen und Widerstände in irgend einer Maschine oder Construktion stark genug sind, und besonders wenn Stösse und Schläge eintreten können, thun wir gut, das „Vergiessen" oder „Umgiessen" zu vermeiden.

§. 102. Es kommen indess in der Praxis fortwährend eine grosse Zahl Fälle vor, und in ziemlich ausgedehntem Maasse, bei welchen die Methode, verschiedene Metalle durch Einlegen von Schmiedeeisen in die Giessform und Umgiessen mit Gusseisen, mit Vortheil und Sicherheit ausgeführt werden kann.

So wurden bei der Anlage der Gitterbrücken auf der Commentry-Gannat-Zweigbahn des Orleans-Bahnnetzes nach dem Vorschlage eines der Unternehmer für die Eisentheile des Viaduktes von La Sioule die Winkel und Auflageplatten der gusseisernen Pfeilersäulen in die letzteren eingegossen.

Der Erfolg ist in diesem Beispiele vollkommen gewesen, da die Masse des mit dem Schmiedeeisen in Berührung gelangten Gusseisens eine vergleichsweise grosse gewesen war.

Aus diesem Grunde ist keine ernstliche Gefährdung der Festigkeit des Gusseisens zu befürchten gewesen, welches doch als das empfindlichste der beiden Materialien anzusehen ist und auf der anderen Seite ist der Sicherheitscoefficient solcher Constructionen ein so grosser und die Lage dergleichen Theile eine an sich so günstige, dass eine kleine Veränderung in dem Schmiedeeisen kein namhaftes Risiko mit sich bringen dürfte.

Gehen wir zum anderen Extreme in Betreff der Grössenverhältnisse über, so sehen wir dieselbe Methode in fortwährendem Gebrauche unter den Giessern von ornamentalen Gegenständen, z. B. leichten Geländern und Gittern, Balkonumwährungen und dergl. mehr; in die Gussformen derselben legt man kurze Eisen- oder Drahtstücke ein, die, umgossen, die Angriffspunkte für die Zusammensetzung solcher Theile bilden und durch Schrauben oder Nieten mit den Griffleisten (handrails) und anderen Theilen der architektonischen Construktionen verbunden werden, zu denen sie gehören.

Hierbei, da sowohl das Gusseisen als auch das Schmiedeeisen nur in geringen Dimensionen auftreten und Spannungen wie Veränderungen der Massenvertheilung entsprechen, kann jeder Verlust an Stärke oder Dichtigkeit im Hinblicke auf die ökonomischen Vortheile des Verfahrens ertragen werden.

§. 103. Unsere Absicht ist nun, hervorzuheben, wie weit die Anwendbarkeit dieser Methode geht und dafür bestimmte Beispiele zu geben.

Zuvor ist aber noch ein Irrthum zu bekämpfen, welcher auf einer falschen theoretischen Voraussetzung beruht und selbst unter denen verbreitet ist, welche in diesen Punkten für unterrichtet gelten.

Es ist wiederholt behauptet worden, dass ein Zuwachs an Festigkeit und Dichtigkeit den Eisengüssen dadurch zu geben sei, dass man in das Innere derselben ein geschmiedetes Skelet einlege, welches fest eingegossen und vom Gusseisen, wie ein Gerippe vom Fleische, umkleidet werde.

So versuchte, um nur ein älteres Beispiel anzuführen, der verstorbene Georg Forester auf der Vauxhall foundry, Liverpool, ein roh zusammengenietetes Rädergerippe zu verzinnen und dann in die Gussform eines vollendeten Waggonrades zu legen und mit Gusseisen zu umgiessen.

Diese damals dem Zustande der Eisenbahntechnik mehr als heute entsprechenden Räder sind jedenfalls nicht besser als einfache gusseiserne gewesen, aber

bei weitem weniger gut, als gelungene amerikanische Hartgussräder. *)

Man kann es als ausgemacht ansehen, dass graues oder schwachhalbirtes Roheisen durch Einlegen von Schmiedeeisen keinen Zuwachs an Festigkeit erfahren kann; weil die Dehnung dieser Sorten wirklich grösser ist als die des Schmiedeeisens im Anfange der Belastung, so dass schliesslich nur das eine Material in Anspruch genommen wird, einzig und allein durch oberflächliche Adhäsion des eingelegten Gerippes etwas geschützt. Dagegen ist aber auch vom Anfange an eine Spannung zwischen beiden vorhanden, welche aus den verschiedenen Schwindmaassen beider Metalle und der verschiedenen Temperatur in beiden im Augenblicke des Erstarrens sich ableiten lässt.

Es wäre also nothwendig, um diese Differenzen zu vermeiden, nur hartes weisses Roheisen zu verwenden, wenn man ein Umgiessen beabsichtigt, aber hierbei sind wieder andere Schwierigkeiten zu überwinden; sprödes und hartes Roheisen, sei es von Natur weiss oder abgeschreckt, selbst nur hell halbirt, verhält sich noch weniger schmiegsam und nimmt vollständig alle Spannung in sich auf. Solche Räder, namentlich, im Falle sie hart gegossen und Laufflächen besitzen, zerbrechen sehr bald und der ganze Nutzen des schmiedeeisernen Gerippes besteht alsdann darin, dass es die einzelnen Fragmente nothdürftig zusammenhält.

§. 104. Bemerkenswerth und nicht ohne Belehrung bleibt für diese Ansicht das Beispiel, zu welchem der in Paris 1867 ausgebrochene Wetteifer zwischen den Documenten- und Geldkassetten zweier Fabrikanten, Herring und Chatwood, führte.

Der erstgenannte füllte den Raum zwischen den äusseren und inneren Eisen- oder Stahlplatten der

*) In England gelten alle gegossenen Eisenbahnwagenräder, namentlich aber die mit harten Laufflächen, als amerikanische Räder, obwohl die deutschen Fabrikate der Art vor den transatlantischen entschieden den Vorzug verdienen.

Cassettenwand mit einer Platte von dem härtesten Franklinitroheisen aus (aus dem Franklinit von New-Jersey erblasen), welches geschmolzen zwischen die beiden Wände gegossen wurde. Dieses Material ist so hart, dass es in keiner Weise durchbohrt werden kann, doch ist es eben so spröde, sogar scheinbar noch spröder, als das gewöhnliche weisse oder Hartgusseisen.

Diese nachtheilige Eigenschaft auszugleichen, hatte man mit dem flüssigen Roheisen ein Netzwerk aus Rundeisenstäben von circa $^5/_{16}$ Zoll Stärke umgossen und es war versichert worden, diese Stäbe hätten ihre eigene Dichtigkeit und Festigkeit auf ihre harte und spröde Umgebung übertragen.

Einige Schläge mit einem mässig schweren Hammer bewiesen indessen, dass die Platten noch eben so spröde als früher geblieben waren, und dass das Stabwerk lediglich die Fragmente lose zusammenhielt. Die Festigkeit der Schmiedeeisenstäbe hatte keine Einbusse erlitten, doch die Platte als Ganzes war eben so leicht zu zertrümmern gewesen wie vorher, und einige Fragmente waren sogar herausgeschlagen worden.

Ein anderes merkwürdiges Beispiel der Wirkungslosigkeit eingegossener Schmiedeeisenstücke findet sich in Kirkaldy's Museum auf seinem Prüfungsatelier in Southwark. Ein starker Cylinder oder eine Walze von Gusseisen trägt im Innern einen festgegossenen entsprechend starken schmiedeeisernen Rundstab. Dieser Cylinder wurde in ganzem Zustande zur Prüfung eingesandt, mit dem Wunsche, die Probe möchte nur bis zu einem bestimmten Gewichte gehen, da das Material ein verbessertes und verstärktes Gusseisen sei, dessen Zubereitung geheim gehalten werden müsse; Bruchstücke seien deshalb nicht erwünscht.

Als Kirkaldy an der gewünschten Grenze angekommen war, erschienen die Dehnungen des Probestabes seinem geübten Auge so wunderbar und befremdend, dass er sich entschloss weiter zu gehen und

bis zum Bruche fortzufahren. Als dieser Fall eintrat, fand man, jedenfalls nicht zum grössten Vergnügen des vorläufig nicht genannten Erfinders, den Schmiedeeisenstab im Innern und kam dadurch zu dem Schlusse, dass dieser allein bis dahin die Wucht der Brechungsversuche ausgehalten, dem Gusseisen selbst aber keinerlei Zuwachs an Festigkeit gegeben habe. Der Bruch des letzteren unterschied sich in nichts von dem des gewöhnlichsten Roheisens.

§. 105. In den folgenden Beispielen wird das Verfahren des Um- oder Eingiessens praktisch erläutert und gleichzeitig werden diejenigen Fälle der Industrie ausgezeichnet und hervorgehoben, in welchen die Methode vorzugsweise brauchbar sich erweist.

David Moline liess sich vor mehreren Jahren eine Methode patentiren, durch Combination gusseiserner und schmiedeeiserner Theile Fensterrahmen und Flügel herzustellen.

Die Sprossen waren aus Walzeisen von den bekannten Fenstereisenprofilen (einerseits einen Rundstab oder eine Combination von Kehlungen, andererseits einen Quadratstab zum Anschlag der Scheiben) geschnitten, so dass sie an den Kreuzungspunkten zwar nahe zusammenstiessen, sich aber nicht berührten. Ein eisernes Modell diente dazu, den completen Rahmen oder Flügel mit allen Stäben in Sand zu formen; nach Entfernung des Modelles wurden die abgeschnittenen Sprossenstäbe eingelegt und festgedrückt. Jeder Kreuzungspunkt war im Modelle durch ein verziertes Medaillon, eine Rosette, bezeichnet, welche in ihrer Masse die vier Sprossenenden umschloss, die dort zusammentrafen.

Nach Verschluss der Form werden diese Rosetten entweder einzeln oder gleichzeitig (mit Hilfe richtig verzweigter Eingüsse) mit nicht zu heissem Roheisen vergossen und der Flügel resp. der Rahmen ist fertig. Solche Gegenstände sind fest und bieten in jeder Beziehung eine Menge Vorzüge vor den ganz aus

Gusseisen angefertigten Gitterwerken dar, die sich in der Abwesenheit aller Verwerfungen, Verziehungen und Brüche gipfeln.

Wer die Nettigkeit gewalzter Stäbe und die reiche Verzierung einer Rosette zusammenhält, findet unbedingt, dass auch für die äussere Schönheit ein Vortheil in dem Moline'schen Verfahren liegt.

Schöne Beispiele dieser verbesserten Rahmen sieht man an den Fenstern der Bauten auf der Ludgate Hill Station (London-Chatham-Dover), an der Front des neuen Coventgarten-Theaters und an manchen anderen Stellen Londons.

Auf Fensterrahmen allein ist dieses Verfahren nicht beschränkt geblieben, sondern auch auf Gitterzäune aller Art angewandt worden; einen sehr guten Effekt machen in dieser Beziehung die Geländer der Chelsea Kettenbrücke in London, welche unter der Anleitung von Thomas Page dargestellt worden sind.

§. 106. Ein anderes Beispiel für Ein- und Umguss bildet die circa 1600 Fuss lange Gitterflucht, welche Nassau Street von dem Parke des Trinity College, Dublin trennt und welche unter der Leitung sowie nach den Angaben Mallet's ausgeführt worden ist.

Dieses Gitter bestand aus 50 Fuss langen Feldern, welche zwischen gusseisernen durchbrochenen und mit Reliefs verzierten Pilastern befestigt waren und aus vertikalen Rundstäben mit Lanzenspitzen und Knäufen bestanden, welche durch zwei horizontale Flacheisenstangen mit einander verbunden werden.

Die Vertikalstäbe waren $1^1/_4$ Zoll stark und von gleicher Länge (circa $7^1/_2$ Fuss) bis auf den jemaligen sechsten Stab, welcher, die untere Querleiste durchbrechend, die Granitschwelle des Gittersockels erreichte und in denselben eingegossen war. Die Kopfleiste des Gitters war mit $1^1/_4$ Zoll Oeffnung für jeden Vertikalstab versehen, der so weit durchgesteckt werden musste, um die besonders gegossene Lanzenspitze auf

das Ende aufkitten zu können. Die Fussleiste war mit $^7/_8$zölligen Oeffnungen für je fünf unten mit Hals versehene Stäbe und einer $1^1/_4$zölligen Oeffnung für den sechsten durchgehenden und im Granit zu vergiessenden Stab versehen. Jeder Viertelstab erhielt eine aufzusetzende Lanzenspitze, ein angegossenes Kapitäl unterhalb der Kopfleiste und einen angegossenen Fuss (Knospe oder das umgekehrte Kapitäl) oberhalb der Fussleiste; der sechste Stab wurde ausserdem durch ein kräftiges Sockelstück (hohler Eisenguss) gesteckt, welches die Entfernung zwischen Fussleiste und Schwellenoberfläche genau bestimmte und separat gegossen wurde.

Die vollkommen gerichteten Stäbe wurden zu zwölf Stück, mit den Modellen der Verzierungen versehen, in einen Kasten gelegt, mit gutem festen Eisen umgossen und gut ausgekühlt, wobei nur wenige abschreckten.

Die Mischung bestand aus weichgrauem Beaufortroheisen Nr. 2 und Schottischem Roheisen Nr. 1 (in welchem Verhältniss, hat Mallet anzugeben unterlassen).

Die Lanzenspitzen wurden sammt und sonders in gewöhnlichem Sande gegossen und ebenso wurden auch die Basen für die sechsten Stäbe angefertigt.

§. 107. Die Zusammenstellung erfolgte in der Art, dass zunächst die Vertikalstäbe mit der Fussleiste zusammengesetzt wurden, wobei die $^7/_8$ Zoll starken Enden von $^5/_6$ der Traillen hinter der Fussleiste zu Nietköpfen umgeschlagen und möglichst verstemmt wurden. Das Ganze wurde, auf ein starkes Holzgerüst gebunden, in grösseren Fluchtstücken von 25 Fuss auf die Mauer gesetzt, lothrecht eingestellt und an der einen Seite mit einer der Pilaren, an der anderen mit einer interimistischen Holzsäule fest verbunden und zunächst die Kopfleiste aufgezogen, dann sämmtliche sechsten Stäbe eingegossen, nachdem sie bereits beim Aufsetzen durch die losen verzierten Fussstücke durchgeschoben worden waren und das Gitter auf denselben mit der Fussleiste aufliegt, dann

wurden nur noch die Lanzenspitzen aufgesetzt und vergossen.

Der Aufwand an Handarbeit war bei diesem Baue so gering, dass Mallet denselben auf 40 sh. = 13 Thlr. 10 Sgr. pro Ton = 20 Ctr. Schmiedeeisen feststellt; ein Resultat, welches nur der Anwendung angegossener Verzierungen zuzuschreiben ist, welche die Montage und das Ajustiren ungemein erleichterten.

Der Bau erfolgte 1843 und ist noch heute als eines der schönsten und kräftigsten Gitter in Europa bekannt; es dürfte ziemlich den ersten und ältesten Fall des Umgusses darstellen.

Von Interesse ist noch, dass man damals, das Abspringen der Verzierungen fürchtend, die einzugiessenden Stellen mit Thon und Schwärze bestrich, ohne einen Nutzen zu verspüren; später bürstete man die betreffenden Stellen mit Graphitstaub und Kalk ab und erzielte dadurch eine grössere Feinheit der Güsse.

Zum Vergiessen empfiehlt Mallet eine Legirung von Zink und Blei, welche in ihren elektrochemischen Beziehungen zum Roheisen sich dem Zink nähert und nicht in dem Maasse schädlich wirkt, als reines Blei, dessen Contakt stets das Rosten befördert.

Der mehrfach versuchte Portlandcement ist zu verwerfen, weil die Dehnung des Eisens durch Temperaturveränderungen die dünnen Cementschichten, die in solchem Falle vorhanden sind, sehr bald zerstören und dem Wasser erst recht den Eingang bahnen.

Mallet schliesst mit den folgenden Worten: Die besprochenen Punkte sind alle aus der Thätigkeit des praktischen Giessers entnommen und zwar aus seiner bescheidensten, wo er dem Architekten und Bauherrn dient. Doch ist hoffentlich für den, der sich für die Giesskunst interessirt, genug geboten worden, um die Vortheile der geschilderten Giessmethode seinem Geiste aufzudrängen und ihm die Fälle zu zeigen, in welchen dieselbe mit Nutzen und ohne Nachtheil verwendet werden kann.

Dieses wird immer in dem Maasse und Verhältnisse stattfinden, als man sich Mühe und Sorgfalt nicht verdriessen lässt.

§. 108. Von Interesse sind noch einige Notizen über das Einlegen schmiedeeiserner Kerne in gusseisernen Gegenständen zum Behufe einer Steigerung ihrer Festigkeitsverhältnisse — welche in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1869, S. 349, abgedruckt sind.

Rieth berichtet über eine in dem von Swaine'schen Hüttenwerke in Neuhaus bei Sonneberg vorhandene, mit einem eingegossenem schmiedeeisernen Kerne versehene Oberwalze, welche bereits zwei Unterwalzen überdauert habe, so dass der Berichterstatter keinen Anstand genommen, Ersatzwalzen, die nothwendig wurden, ebenfalls mit einem schmiedeeisernen Kerne zu versehen.

Flender erwähnt in der darauf folgenden Discussion einer Excentrikwelle in einer englischen Nietpresse, welche vielfach und so lange wiederholt gebrochen sei, bis dasselbe Stück mit eingegossenem verzinnten Schmiedeeisen versehen, hergestellt wurde.

Knaudt beschreibt einen ähnlichen Fall, der die Kolbenstange eines Daelen'schen Hammers betrifft, die mit eingegossenem schmiedeeisernen Kern sich viel dauerhafter erwiesen habe, als ohne denselben.

Wintzer sucht die Verstärkung dadurch zu erklären, dass sich an den Trennungsflächen beider Materialien Stahl bilde, welcher das Guss- und das Schmiedeeisen mit einander verbinde und führt als Beweis an, dass die mit Roheisen vollgegossenen Bessemercoquillen stets in den Blöcken eine Übergangszone von Stahl in Roheisen zeigten. Andere Beispiele zeigten, dass bei besonderen Bruchrichtungen der eingegossene Stab nichts nutze.

Auf den Einwurf, der Zinnüberzug müsse doch die Cementation verhindern, erwidert Wintzer: das Zinn schmelze so rasch, und vertheile sich der Art, dass sich nur eine Masse mit Spuren von Zinn bilde.

cc) Das Arbeiten mit Centrifugalgiessmaschinen und besonderen Eingussvorrichtungen.

§. 109. Whitley in Leeds und Bower in Hunslett haben sich eine Vorrichtung patentiren lassen, welche Radreifen aus Gussstahl oder aus einer sehr stark überhitzen Luppe von Schmiedeeisen oder weichem Stahl darstellen soll. Dieselbe besteht aus einer zweitheiligen Giessform, oben offen, wie eine Herdgussform, in welche ein beweglicher Einguss-trichter, dessen unteres Ende, horizontal umgebogen, das Metall gegen die Formperipherie leitet, hängt. Diese Form ist auf einer durch einen Riemscheiben-mechanismus bewegten Scheibe aufgeschraubt und wird dadurch noch dauerhafter gemacht.

Der Kranz des Radreifens liegt halb in der unteren Hälfte der Form; gegen das Herauswerfen des Metalles schützt das Uebergreifen des oberen Formtheiles. Ein Tisch, aus dem die Wellen heraussehen, schützt die Transmission. (Dingler's Journal 1865, 176, S. 14.)

Tarr hat eine permanente Form mit verschliess-baren Eingüssen für die Darstellung gussstählerner Scheibenräder construirt, welche aus zwei Theilen besteht, von denen der obere gegen den unteren durch drei starke Schrauben angedrückt wird, um nach Ein-lassen des Gusses eine starke Compression auszuüben. Ein dritter Theil der Form ist der Ring, welcher die Peripherie des Rades bildet und in eine Vertiefung des unteren Theiles eingreift, sonst aber lose ist und für sich abgehoben werden kann. (Dingler's Journal 1867, 2, S. 391, Mechanics Magazine 66, 2, S. 405.)

dd) Gewinnung des Roheisenabfalles.

§. 110. Es bilden sich bei dem Giessereibetriebe immer Verluste an Eisengranalien aus, die bedeutende Dimensionen anzunehmen vermögen und deren Ge-winnung deshalb wünschenswerth ist. Da eine solche Arbeit zu dem Kreise der Giessereiprozesse insofern gehört, als sie in diesem Kreise das Verbindungsglied zwischen dem Fertigprodukte und dem Materiale bildet

so glaubte der Verfasser, ein dahin einschlagendes Verfahren an dieser Stelle erwähnen zu müssen.

In der Oesterr. Zeitschr. 1870 bespricht E. Fischer die Gewinnung des in Giessereihütten im Formsande und der Cupolofenschlacke zurückbleibenden Roheisens. Im Sande finden sich circa 3—4 Proc. Eisen.

Eine Fluthwäsche oder ein Gerinne von 18 Fuss Länge, 12 Zoll Breite und $15^1/_2$ Zoll Neigung gegen die Horizontale, ist durch eingelegte $1^1/_2$ Zoll hohe Klötzchen in drei Theile getheilt.

Zwei Arbeiter besorgen die Zufuhr des Sandes und das Waschen und gewinnen in sechs elfstündigen Schichten 30—32 Ctr. Roheisenabfall bei einem Aufwande von 6 fl. öst.

Der Wasserbedarf ist 4 Quadratfuss pro Minute.

Die gewonnenen Abfälle ergeben, im Hochofen der Eisenerzgicht beigemengt, 33—35 Proc. (Gesammtbeschickung) und vermindern den Kohlenaufwand auf $14^1/_4$—$14^3/_4$ Quadratfuss, während ohne Waschen das Ausbringen 30—31 Proc. und der Kohlenaufwand 16 bis $16^1/_2$ Quadratfuss betragen.

Die Cupolofenschlacken sind zunächst durch Handscheidung von gröberen Eisentheilen zu befreien, dann in einem Stampfwerk gepocht und mit Wasser überrieselt, das den Schlackensand mitnimmt.

Zwei Arbeiter stampfen in sechs Schichten à elf Stunden 630—648 Quadratfuss Schlacke, bei einem Ausbringen von 60 Ctr. Rohgranalien und 6 fl. öst. Arbeitslohn.

Auf den Ofeneinsatz bezogen, stellt sich der Verlust auf 1 Proc.

IV. Organisation und Verwaltung
der Eisengiessereien.

Die Verschiedenartigkeit der auf dem Wege der Eisengiesserei herstellbaren Artikel und die nicht weniger verschiedenen Bedingungen der Herstellung selbst machen die Organisation der Arbeit in den Eisengiessereien und die Verwaltung solcher Werkstätten zu einer schwierigen Aufgabe, sobald man allen Interessen möglichst gerecht werden will.

Bei der Ausführung der Förmerei findet theils Einzelarbeit, theils Gesellschaftsarbeit statt; die Arbeit an den Schmelzöfen ist abhängig von der Zeitleistung, d. h. dem Eisenbedarf der Förmer und der Ausfall der Förmerei ist zum Theil wieder bedingt durch die Qualitäten des Schmelzprozesses.

Eine richtige Organisation wird stets dahin streben, dem technischen Verhältniss der Arbeiten das Interessenverhältniss der Betheiligten möglichst genau nachzubilden und entsprechen zu lassen; um dieses Ziel zu erreichen, ist aber die blos kaufmännische Organisation nicht allein genügend, sondern es müssen zur direkten Ueberwachung und Controle des Betriebes technische Gesichtspunkte aufgesucht werden.

Es wird die gesammte Verwaltung danach zerfallen in die kaufmännische Leitung des Ganzen und in die technische Verwaltung der Arbeit. Die Erstgenannte unterscheidet sich in Nichts von dem Apparat jeder anderen Fabrikationsverwaltung, wogegen die Betriebsverwaltung ihre sehr berechtigten Eigenthümlichkeiten hat und die befriedigende Lösung vieler recht schwieriger Interessencomplikationen erheischt, wenn sie vollkommen sein soll.

Im Folgenden werden in möglichster Kürze eine Reihe von einzelnen persönlichen Erfahrungen, welche der Verfasser im Bereiche der preussischen Staatshüttenverwaltung gemacht hat, mitgetheilt und daneben die Organisations- und Verwaltungsgrundsätze der Privatindustrie mitgetheilt, soweit solche in Erfahrung zu bringen waren.

Benutzt sind hierbei ausser den sehr interessanten Mittheilungen Guettiers (traité de la fonderie 1858, p. 344 u. ff.) noch die Angaben von Busch (die Organisation und Buchführung des Eisengiessereiund Maschinenbaubetriebes, Leipzig, Wilfferodt 1863).

Das bezügliche Material theilt sich in folgende Abschnitte:

A. Anlage, Disposition und Construktion der Giesserei;

B. Betriebsorganisation und technische Buchführung der Giessereien.

A. Anlage, Disposition und Construktion der Giesserei.

§. 1. Wiewohl es bei der Anlage der Giessereien weniger auf recht günstige Wahl des Platzes ankommt, als bei der Anlage von grösseren Eisenhütten, so müssen doch, namentlich bei beabsichtigter Ausdehnung des Betriebes über ein gewisses Minimum hinaus, einige Erwägungen der Inangriffnahme der Sache vorhergehen.

Gewöhnlich sind zwei Gesichtspunkte für die Anlage einer Eisengiesserei entscheidend:

Das Bedürfniss eines Ortes oder Bezirkes, in welchem sich eine Nachfrage nach Gusswaaren einstellt;

die Gelegenheit billiger und bequemer Produktion an Giessereiroheisen im Hochofen.

Während einerseits eine Stadt, sobald sich nur etwas Industrie (Mühlen Gerbereien u. s. w.) dort befindet, die Anlage einer Giesserei rechtfertigt, wird es andererseits selten vorkommen, dass Hochofenanlagen ohne jeden Giessereibetrieb sind, sobald einigermassen Nachfrage sich einstellt.

Das anfänglich für den eigenen Bedarf des Werkes beschäftigte Förmereipersonal muss vermehrt werden und das Eisen findet direkt aus dem Hochofen eine sehr preiswürdige Verwendung.

Unabhängig in der Anlage sind nach dem Gesagten natürlich nur die selbstständig arbeitenden Anstalten und für sie gilt die Nothwendigkeit einiger Erwägungen bei der Wahl des Ortes und des Platzes selbst.

Es ist indessen äusserst selten, dass eine Stelle allen Anforderungen entspricht, welche der Gründer eines industriellen Etablissements formuliren muss und es wird darauf ankommen, wie das Verhältniss der Vortheile und der Nachtheile ist, welche auf einen Platz sich beziehen. Viele machen den Fehler, von einer Lokalität alles zu verlangen und derselben keinen Nachtheil zuzugestehen; Andere wiederum unterscheiden nicht hinlänglich unter den einzelnen in Berücksichtigung zu ziehenden Verhältnissen.

Dann ist noch ein Hauptpunkt zu erwähnen, der die Anschauung der bedingenden Verhältnisse äusserst schwankend macht; — es ist die beabsichtigte oder mögliche Ausdehnung des zukünftigen Betriebes, abhängig von den Mitteln, aber, auch wenn diese wachsen, noch abhängiger von der Beschaffenheit und Art der Fabrikate. Es giebt Giessereiprodukte, die ihrer Form und Verwendung nach nur im Wege der

Massenfabrikation mit Vortheil producirt werden können, während andere nur zur Einzelarbeit Veranlassung geben. Aus der schwankenden Grösse der einzelnen Stücke leitet sich in beiden Fällen entweder ein sehr bedeutender, ein mittlerer oder ein sehr geringer Umfang der Anlage ab, der ebenfalls Einfluss übt.

Die Literatur bietet ausser einigen Aufnahmen in den Zeichnungen der „Hütte" und den Plänen, welche Guettier in seinem Handbuche mittheilt, wenig oder gar nichts, was sich für die Anlage von Giessereien verwerthen liesse. Die nachfolgenden Bemerkungen entstammen alle der praktischen Erfahrung des Verfassers und seinen Reisebeobachtungen.

§. 2. Indem hier vollständig von dem Falle abgesehen wird, in welchem eine Eisengiesserei in ein schon bestehendes Fabriklokal gelegt werden muss, werden an eine zur Anlage einer Eisengiesserei gesuchte Stelle die folgenden Anforderungen zu stellen sein:

a) Der Bezug von Roheisen und von Brennstoffen muss nicht zu schwierig sein; es ist erforderlich, dass entweder in nächster Nähe oder vermittelt durch Eisenbahn- und andere geeignete Verkehrsverbindung die Produktion von Giessereiroheisen und von Brennstoffen stadtfindet.

b) Der Absatz der Produkte muss in der bequemsten Weise geschehen können und es muss am Orte selbst eine ausreichende Nachfrage an Gusswaaren existiren, um die ganze Anlage oder doch einen Theil derselben ausreichend beschäftigen zu können.

c) Der Zugang zu dem Fabrikgrundstücke muss bequem sein und besonders das Lastfuhrwerk nicht behindern; bei bedeutenden Anlagen ist ein Bahnanschluss an die nächste nach den Eisen- und Kohlenbezirken führende Linie aufzusuchen und wenn möglich so zu gestalten, dass die Waggons der Bahnverwaltung beim Passiren des Werkes in einer Richtung bleiben. Wegen der Ladevorschriften ist der auf dem

Werksterrain führende Strang in Material- una Produktengeleise mittelst Weichenanlagen zu zerlegen.

d) Die Beschaffenheit des Grund und Bodens muss im Bezug auf Feuchtigkeit möglichst genau untersucht werden, da ein morastiger, selbst ein fetter humöser Boden kostspielige Anlagen sowohl zur Sicherung der Bauconstruktionen, als auch zur Isolirung der Ofenfundamente, der Herdförmereisohle u. s. w. verlangt, die namentlich eine bedeutende Erdbewegung einschliessen. Die Aufsuchung des gewöhnlichen Formsandes, der weder durch hohe Gewinnungs- noch durch Transportkosten vertheuert werden darf, giebt Veranlassung, auch den Grund der sonst günstig gelegenen Terrains zu untersuchen. Man wird, wenn überhaupt in der Gegend Formsande häufig auftreten, die Möglichkeit nicht ausser Acht lassen, auf eignem Fabrikterrain Sand gewinnen zu können.

e) Im Interesse der Arbeiter und des Werkes ist weiter zu erwägen, ob die event. zu beschäftigende Anzahl Arbeiter in der Nähe der Fabrik Wohnung und Unterhalt finden. In grösseren Städten sind Wohnungen zwar theuer, aber doch immer zu haben, während auf offenem Lande, selbst in der Nähe der Städte, daran zu denken ist, wie man die Arbeiter unterbringt. Bedeutende Anlagen erfordern unter Umständen umfängliche Grunderwerbungen und Bauten zur Aufnahme der sämmtlichen ständigen Arbeiter und der besseren Zuzügler.

Weitere generelle Anforderungen können nicht namhaft gemacht werden, wogegen bemerkt werden muss, dass spezielle Interessen, persönliche Relationen und einzelne lokale Eigenthümlichkeiten ökonomischer und merkantiler Natur in den meisten Fällen von Giessereianlagen wirksam werden können.

§. 3. Unter den einzelnen Theilen einer Anlage muss eine bestimmte räumliche Beziehung oder Verbindung stattfinden, die eine dem Fabrikationsgange möglichst angepasste Disposition der Bauten, Verkehrswege und Hofräume bedingt.

Der Gang des Betriebes erfordert eine gewisse Reihenfolge der verschiedenen Werkstätten, die jede unnöhige Bewegung von Material innerhalb des Produktionskreislaufes vermeidet.

Die Oefen zum Umschmelzen des Roheisens bilden die eine Grenze des Förmereibetriebes, jenseits welcher die Aufgabebühne, die Aufzüge und Gebläse nebst Motor sich befinden, an den sich nach aussen hin die Bearbeitungswerkstätten event. anschliessen können.

Die Giesserei selbst muss so angeordnet werden, dass die Räume ziemlich symmetrisch zu den Oefen sich stellen und dass die Entfernungen der Oefen zu den einzelnen Arbeitsplätzen nicht zu grosse Unterschiede aufweisen. (Vergl. Band I, Theil II, Abschnitt A, §. 240 u. 241.) Bei oblongem Grundrisse der Hütte kommen die Oefen am Besten in die Mitte der einen Langseite und nur bei ausgedehnter Fabrikation bestimmter leichterer Artikel, z. B. Poterie und kleinerer Röhren, kann man die Oefen an eine schmale Seite stellen.

In passender Verbindung mit der Giesserei müssen stehen die Putzhallen, an denen sich ein Raum zum Abwägen und Notiren der Gewichte befindet.

Alle übrigen Räume zur Bearbeitung, Zusammenstellung und Verzierung liegen am Besten um einen Hof herum, der sich zwischen der Giesserei einerseits und dem Magazin nebst Verwaltungsgebäude andrerseits befindet. Dieser Platz kann als Roheisenlagerplatz, sowie als Stapelplatz für Formkasten und Armaturen benutzt werden, ist aber mit schmalspurigen Schienenanlagen der Art zu durchschneiden, dass aus der Giesshalle beliebig nach jeder der Bearbeitungswerkstätten und auch zwischen den letzteren bequemste Transportverbindung hergestellt ist.

Auf der Rückseite der Anlage oder neben der Giesshalle kann das Atelier für die Vorbereitung des Formmateriales, verbunden mit einer Ziegelei für die Lehmförmerei, belegen sein, versehen mit einer Triebkraft für die Thonschneider und die Mühlen; während

auf der Seite des Magazins in Verbindung mit den Bureaux die Ateliers für Modellentwerfen und Modellanfertigung liegen können.

Für den Brennstoff sind besondere, unter erhöhten Schienenanlagen befindliche Sturzmagazine anzulegen, ebenso für Formmaterial und Kalk.

Ordinaire Formmaterialien, rohe Emaillirmaterialien kann man auch im Freien liegen lassen, und es sind analoge Einrichtungen zu treffen, wie bei den Erzplätzen — deren Sohle sauber gepflastert wird, um die Arbeit möglichst glatt und ohne Rückstand von Statten gehen zu lassen.

§. 4. Ueber die bauliche Ausführung der Giessereianlagen lässt sich im Allgemeinen sagen, dass sie feste Bauart mit grösster Helligkeit vereinen müssen.

Die feste Bauart bezieht sich namentlich auf die Construktion des Dachstuhles, in welchem die Krahne festgelagert sein müssen; wo Laufkrahne angewandt werden, liegt der Schwerpunkt in der Construktion der Wände des Ateliers oder in der Anlage von Säulenreihen, welche alsdann eine Verbindung durch Träger erhalten und mit Sheds überdeckt werden.

Leichte Dachconstruktionen lassen sich bei Giessereien schon aus dem Grunde nicht anwenden, weil die Dachräume hoch und weit sein müssen, um die Dampf- und Rauchmassen, die sich beim Gusse und beim Auseinandernehmen der Formen bilden, möglichst aus dem Bereiche der Arbeiter treten zu lassen. Zudem ist wegen der oft sehr bedeutenden Wärmeentwickelung ein niedrig gelegenes Dach äusserst lästig, und es ist vorerst noch abzuwarten, ob die neueren vielfach empfohlenen Shedsconstruktionen die Ventilation der Arbeitsräume so fördern, wie die hohen Dächer mit aufgesattelten Luft- und Lichtdächern. Neue umfassende Anlagen, z. B. die Schwarzkopf'sche Giesserei in Berlin, die neuen Röhrengiessereien zu Königin Marienhütte, Bayenthal und besonders zu Mühlheim a. d. Ruhr, zeigen hohe steile

Dachconstruktionen, welche die Evacuation der entwickelten Dampfmassen begünstigen müssen.

Das Material der Dachstühle ist bei den älteren Bauten vorzugsweise Holz, bei neueren Holz und Eisen oder Eisen allein; welche Anwendung den Vorzug hat, läss sich nicht ohne weiteres entscheiden. Holz wirkt durch die grössere Masse insofern günstiger, als die durch Krahnbewegungen u. s. w. an einzelnen Stellen hervorgebrachten Erschütterungen sich nicht so leicht nach den nächsten Theilen und davon abhängigen Construktionen im Dachstuhl übertragen können. Dagegen ist das Holz schwer vor dem Einflusse der Hitze, der Dämpfe u. s. w. zu schützen und an manchen Orten auch zu hoch im Preise.

Für leichte Dächer, ohne Krahneinlagerung, ist Eisen unbedingt vorzuziehen; wo es sich aber um Krahneinbau handelt, ist es gerathen, die Befestigungstheile und Hilfsconstruktionen für die oberen Lager in die starken Umfassungsmauern einzubauen und sie untereinander so zu verbinden, dass sie ein möglichst starres, auf den Umfassungswänden an einzelnen Punkten aufliegendes Gitter bilden, das die erforderlichen Befestigungspunkte für Krahne u. s. w. bietet.

Besondere Fabrikationen, welche mit Brückenkrahnen und mit Winden auf fest gelagerten Brücken arbeiten, müssen demgemäss auch besondere Dispositionen der Wände und der Dachverbindungen erhalten. Sind die Wände bei solchen Anlagen mit grossen Oeffnungen versehen, so müssen die Zwischenpfeiler stark genug gemacht werden, um die Gebälkconstruktionen allein zu tragen.

§. 5. Die übrigen Theile der Giesserei sind besonderen Anforderungen weniger ausgesetzt. Die Werkstätten für Putzen, Schleifen und Bearbeiten werden ebenso eingerichtet wie Maschinenwerkstätten, nur die Putzerei kann in bretternen oder leicht gemauerten Räumen placirt werden, wo nur für genügende Auflagerung der Gusswaaren gesorgt zu werden braucht.

Das Putzen schwerer Stücke geschieht meist in der Hütte, im Bereiche der bei der Darstellung der Form betheiligt gewesenen Krahne, um das Wenden beim Putzen und später das Heben (und event. das Abwägen mit einer kolossalen römischen Waage) möglich zu machen.

Die Emaillirhütten, Vergoldungsanstalten u. s. w. sind bauconstruktiv nicht verschieden von anderen Werkstätten.

Die Emailmühlen verlangen eine den Erschütterungen der mechanischen Vorrichtungen widerstehende Fundamentirung, die möglichst isolirt von den Hauswänden zu legen ist. Der Ofenraum muss gegen Feuersgefahr geschützt werden und einen steinernen oder metallenen Bodenbelag erhalten, ebenso der Schmelzraum für die Emailledarstellung selbst.

Wichtiger ist die Sorge für das Modellmagazin; es muss dieses ein möglichst feuersicheres, sehr helles und dabei starkes und geräumiges Gebäude sein und eine übersichtliche Lagerung der Modelle, ebenso wie eine leichte Orientirung und Auswahl gestatten.

Man baut diese Modellmagazine wohl oft im Anschlusse an die Tischlerei, in möglichster Entfernung der Schmelzhütten, und beleuchtet sie gern von der der Hütte abgewendeten Seite, um jede Feuersgefahr absolut abzuschneiden.

Um an Grundfläche zu sparen, etablirt man mehrere Etagen und dirigirt die Modelle von einer Etage nach der anderen mittelst einer Winde, die an einer Stelle innerhalb des Hauses am Dachstuhle befestigt ist und einen durch alle Etagen durchgehenden, mit Geländer eingegrenzten, Schacht beherrscht, welcher direkt hinter der Einfahrtsthür angelegt ist.

Ein Aufziehen an der Aussenseite, wie bei Lagerräumen und Waarenspeichern, ist nicht so praktisch, weil es dann in jeder Etage einer hinreichend grossen Thür bedarf, die die Zahl der Oeffnungen noch vergrössern würde.

Die Ventilation wird an der der Hütte ab-

gekehrten Seite bewirkt durch Oeffnung der Fenster in verschiedenen Etagen, oder besser noch durch eine aus dem Hofe einmündende Rösche unter der Sohle und schornsteinartigen, gedeckten Abzügen im Dache.

Hat man ausreichend Raum, so ist es besser, die Modelllager zu theilen und nur einstöckige Hallen anzuwenden; tritt Feuersgefahr ein, so sind diese Magazine leichter zu schützen und im Falle des Brandes ist der Verlust geringer.

B. Die Betriebsorganisation.

§. 1. Die Betriebsorganisation, d. h. die Summe der Verwaltungsmaassregeln zur Erleichterung der Betriebsführung, umfasst eine Reihe einzelner Maassnahmen, von denen nur die wichtigsten hier besprochen werden sollen.

Die ersten sind die Annahme und Vertheilung der Arbeiter, die Lohnsfestsetzung und -Verabredung, sowie der Abschluss des Arbeitsvertrages. Damit stehen in Verbindung die zugelassene Benutzung oder der Genuss humanitärer Einrichtungen, Krankenkassen, Altersversorgungen, Unfallversicherungen u. s. w.

Weitere Verwaltungsmaassregeln sind: die Annahme und Vertheilung, die Controle und Abnahme der Bestellungen, die seitens des Publikums gemacht werden; daran schliessen sich die eventuell nöthigen Verhandlungen mit dem Publikum, die Voranschläge und Calculationen, die Aufstellung und Ausarbeitung der Preiscourante.

Eine dritte Gruppe von Arbeiten umfasst die Einzelnheiten der technischen Buchführung, eigentlich die Primanotiz und die daraus hervorgehende Controle des Betriebshaushaltes, Führung der Schmelzbücher, Anfertigung der Produktionszusammenstellungen.

Die eigentliche kaufmännische Buchführung ist

hier von geringerem Interesse, und es ist nur noch die Redaktion der namentlich bei Staatswerken sehr in den Vordergrund tretenden Betriebs- und Verwaltungsberichte zu besprechen.

Mithin zerfällt diese zweite Hälfte des IV. Theiles in folgende Abtheilungen.

a) Betriebsorganisation, Annahme und Vertheilung der Arbeiter, Gedingeabschlüsse, Haushaltssätze, Prämien.
b) Bestellungsannahmen und Vertheilung; Controle der Ausführung und Abnahme der Bestellungen; Voranschläge; Preislisten und Preiscourante.
c) Technische Buchführung; Schmelzbücher; Arbeitsbücher und Lohnsrechnungen; Produktionszusammenstellungen.
d) Betriebs- und Verwaltungsberichte.

Abtheilung a. *Von der Betriebsorganisation, Annahme und Vertheilung der Arbeiter; von den Gedingen und Arbeitscontrakten; von den Haushaltungssätzen und Prämien.*

§. 2. Der wichtigste Punkt der Betriebsorganisation ist die Wahl und Annahme, sowie die Vertheilung der Arbeiter, vor allen der zur Darstellung der Formen tüchtigen Leute, der eigentlichen Förmer. Besonders muss bei umfangreichem Betriebe darauf gesehen werden, dass eine richtige Disposition der Arbeitskräfte vorhanden sei, während bei kleinerem Betriebe die Sache sich weit einfacher gestaltet.

Manche Gusswaaren können von einem Arbeiter hergestellt werden, andere erfordern daneben noch die Hilfe eines Lehrjungen, schwere und umfängliche Stücke aber können nur durch Zusammenwirken einer gewissen Zahl von Leuten geformt und gegossen werden.

Wo der Umfang und die Ausbildung einer Fabrikation die Arbeitstheilung nöthig macht, ist die Disposition noch eine andere; die Betheiligung an

der Arbeit und an dem Arbeitslohne ist keine gleichmässige, sondern es werden ausser den Hauptarbeitern für gewisse Funktionen der Arbeit Hilfsarbeiter und ausserdem für rein mechanische Dienste eine veränderliche Anzahl Tagelöhner zu einer Gesellschaft vereint.

Es ist dies aber nicht die einzige Form der Gesellschaftsarbeit; auch wenn eine grössere Zahl sonst selbstständig arbeitender Leute gleiche Artikel oder ähnliche Dinge fertigt, giebt man dieselben in eine Arbeiterkameradschaft zusammen, um die Controle und die Arbeitsvertheilung dem Betriebschef zu erleichtern. Es muss natürlich diese Gruppirung der Arbeit dem Fabrikationsumfange entsprechen, darf weder zu gross noch zu klein sein und muss für Betrieb und Verwaltung wirkliche Vorzüge gegen eine Vereinzelung der Leute bieten.

Aus der Anlage I. kann man am Besten die Gesichtspunkte bemessen, unter denen ein spezieller Fall, die Reform eines veralteten Betriebes, in der besagten Hinsicht vorgenommen werden müsste. Es betrifft der Bericht einen wirklich eingetretenen Fall in einer deutschen Giessesei, und sind die angedeuteten Vortheile nach Befolgung der gegebenen Winke auch wirklich eingetreten.

Bei der eigentlichen Annahme der Förmer, nachdem durch eine Probearbeit und eine längere Probezeit die Tauglichkeit und das sonstige Betragen ausreichend festgestellt sind, kommt es besonders auf nachstehende Punkte an:

1) Den Arbeitsvertrag oder das Gedinge.
2) Die Verabredung besonderer Haushaltssätze bezüglich des Verbrauches verschiedener Hauptmaterialien.

1) Der Arbeitsvertrag oder das Gedinge.

§. 3. Die Arbeitsverträge bei den Bergwerken, Hütten und Salinen nannte man in alter Zeit das Gedinge; es enthielt namentlich das Grundverhältniss von Arbeitgeber und Arbeitnehmer, die Ver-

abredung über den in Geld oder Geldeswerth zahlbaren Lohn für die ausgeführte Arbeit. Das Gedinge wurde für einen bestimmten Zeitabschnitt, Quartal, Jahr u. s. w. abgeschlossen und musste vor Ablauf des Jahres erneuert werden, wobei, besonders in früherer Zeit und auf vereinzelten Werksanlagen, allerhand patriarchalische Auslegungen und missbräuchliche Behandlungen des freien Arbeitsverhältnisses mit unterliefen.

Allerdings war diese Behandlung, verbunden mit einer gewissen Sorge für das Unterkommen und das Ansiedeln der Arbeiter, hervorgegangen aus dem Wunsche, eine wenig wechselnde Arbeiterbevölkerung zu erhalten.

Das Vermischen des Gedingewesens mit sonstigen socialen und polizeilichen Wünschen, was unter ein absolutes Regime passte, ist aber heute nicht mehr zulässig, und es hat der Arbeitsvertrag nichts über derartige Dinge zu enthalten. Nur während der Arbeit und innerhalb der Hütte sind an das Benehmen des Arbeiters im Gedinge bestimmte Anforderungen zu stellen.

Hauptsache ist die Bestimmung der Lohnssätze, in einer besonderen Tabelle zusammengestellt nach den Erfahrungen der letzten Jahre, und die Verabredung über die einerseits von der Werkverwaltung, andrerseits von dem Arbeiter zu leistenden Materialaufwände bei der Arbeit, sowie über die Beschaffung der kleineren Geräthe.

Demnächst sind die Zahlungsbedingungen, event. Vertheilungssätze zu reguliren und die Verantwortlichkeit für Ersatz fehlerhafter Produkte (auch nachdem sie bereits einige Bearbeitung erfahren haben) festzusetzen.

Im Gedinge sind entweder die Namen der einzelnen Leute namhaft zu machen und ihre Antheile an dem gemeinschaftlich verdienten Lohne — oder es sinb nur die Chefs der einzelnen Arbeiterdatterien anzuführen und das Verhältniss, in welchem sie zu den Leuten stehen.

Das letztere Verfahren ist besonders anwendbar, wenn es sich um selbstständige Gedingenehmer handelt, d. h. wenn die Meister ohne weitere Controle seitens der Werksdirektion ihre Leute lohnen und anstellen. Indessen lässt es sich auch ausführen, wenn jeder Einzelarbeiter im speziellen Lohne der Hütte steht und nur einen gewissen Antheil seines Lohnes abgiebt, um den bloss beaufsichtigenden Meister, der nicht selbst produktiv zu arbeiten Zeit hat, zu unterhalten.

Um diesen Abzug am Lohne des Einzelnen nicht zu onerös zu machen, muss man einerseits sich wohl hüten, den Meister viel besser zu stellen als die besseren seiner Leute sich durch angestrengte Thätigkeit stellen und andrerseits eine möglichst grosse Zahl von Arbeitern unter einen Meister vereinigen.

Kann man dabei gleichzeitig das technische Interesse soweit wahren, dass nur gleichartige Arbeit in einer solchen Gesellschaft ausgeführt wird, so ist das gut; bei kleinen Werken mit trotzdem vielseitigem Programm beschränkt man die Zahl der Compagnien möglichst, indem man ähnliche Arbeiten vereint.

§. 4. Die Arbeitsverträge oder Gedinge, die in einer Giesserei abzuschliessen sind, beziehen sich zunächst auf die Förmereiarbeit, dann die Putzerei und Schleiferei, die Werkstätten für Bearbeitung und Schmiedearbeit, die für Zusammensetzung und Verzierung. Ausserdem aber ist ein besonderes Gedinge anzuschliessen mit dem an den Oefen arbeitenden Schmelzerpersonal.

Von all diesen Gedingen sind nur die Schmelzer- und Förmergedinge von technischer Wichtigkeit. Die anderen sind meist Tagelohn- oder Stückgedinge, bei denen bestimmte Sätze von vornherein schwer festzusetzen sind, bei denen man also vorzieht, unter einem fixirten Aufseher, d. h. einem mit festem Gehalt, aber auf Kündigung arbeitenden Unterbeamten, die betreffenden Leute im Allgemeinen im Wege des

Tagelohnes zu bezahlen, sich aber vorbehält, im Einzelfalle zur Beschleunigung der Arbeit (und demnächstigen Ermässigung des Lohnes) einen besonderen Akkord zu machen. In welcher Weise solche Bearbeitungen zu taxiren sind, darüber giebt das ausgezeichnete Buch von von Reiche: „Die Maschinenfabrikation“, Leipzig, Felix 1869, genügende Belehrung.

Im Bezug auf Beschläge an Formkasten u. s. w. und andere Schmiede- und Schlosserarbeit, welche in direkter Beziehung zu den Produkten der Giesserei steht, wird auf die Beilagen VIII. und IX. verwiesen, wo die beiden Taxen für Schmiede- und Schlosserarbeiten an bestellten Guss- und Schmiedewaaren und für die Arbeiten des Hüttenschmieds eines norddeutschen Privatwerkes mitgetheilt sind.

Was die Gedinge für Anstrich, Verzierung, Vergolden u. s. w. anbetrifft, so ist dasselbe unbedingt nur auf Tagelohn und fixirten Gehalt des Aufsehers abzuschliessen, da nur wenig Gusswaaren hinreichend oft diese Bearbeitung passiren, um ein Stück- oder gar Gewichtsgedinge zu ermöglichen. Nur Gitterfluchten, Grabkreuze, Röhren und Poterie geben zu einer Massenarbeit Veranlassung, und hier ist dann ein einfacher Satz pro Centner, Stück oder laufenden Meter, je nach dem Verkaufspreisansatze der fertigen Waare, genügend, die zweckmässigste Bezahlung zu normiren. Wie hoch dieser Satz gegriffen werden muss, richtet sich — wie weiter gezeigt werden soll — nach der Tagesleistung und dem Tageslohne der Gegend, dem sichersten Messer des Arbeitswerthes und des Existenzbedürfnisses.

§. 5. Die Festsetzung des Lohnes bildet die Grundlage der Arbeitsverträge. Denn nur, wenn die Arbeiter mit dem gebotenen, der Fabrikant mit dem geforderten Satze einverstanden, kann von einem Gedingeverhältnisse die Rede sein.

Die Höhe der Löhne kann man am Besten fixiren nach dem in jeder Gegend ziemlich feststehenden Tagelohne unter Berücksichtigung der Tagesleistung und des Aufwandes an Geschicklichkeit, der zu den verschiedenen Arbeiten erforderlich ist.

Der Tageslohn, der sicherste Messer des niedrigsten Arbeitswerthes, leitet sich ab aus dem lokalen Existenzbedürfnisse des gemeinen Mannes, das sich steigert, nicht allein mit dem Preise der Lebensmittel, des Unterkommens und sonstiger Bedürfnisse, sondern auch mit dem Bildungsgrade und den wachsenden Ansprüchen an einen mehr oder minder berechtigten Luxus.

Der allgemeine Ausdruck für den Tageslohn = T angenommen, und die Tagesleistung per Einheit (Zahl-, Gewichts-, Längen-, Flächen- oder Masseneinheit) = S bezeichnet, ergiebt sich für die erste Feststellung eines Akkordlohnes

$$A = \frac{T}{S},$$

oder wenn zur Darstellung einer jener Einheiten Arbeit n Tage nothwendig waren:

$$A = \frac{n\,T}{S}.$$

Es bezieht sich diese Formel natürlich nur auf Arbeiten, welche keine besonders erlernte Geschicklichkeit erfordern, sondern zu denen man jeden frisch angeworbenen Tagelöhner ohne weiteren Verzug hinstellen kann. Für vorgeschrittene Leistungen, zu denen z. B. die Leistungen der Förmerei im Allgemeinen gehören, ist der Tageslohn von vornherein höher anzuschlagen. Die obige Formel wird dann:

$$A = \frac{n\,T\,(1 + a)}{S}.$$

Das Wachsthum a ist nicht absolut festzustellen, darf aber wohl 1 nie überschreiten, da wohl selten noch die Tageseinnahme der besseren Giessereiarbeiter doppelt so gross als das landesübliche Tageslohn ist.

Der richtige Weg zur Ermittelung von a würde sein, an der Hand einer noch sehr selten cultivirten Fabrikationsstatistik zu untersuchen, wie viel Procent der zu einer bestimmten Arbeiterklasse tretenden Leute es in der bezüglichen Arbeit zu einer **genügenden** Geschicklichkeit bringen.

Die Formel modificirt sich dann zu folgendem Ausdrucke:

$$A = \frac{n\,T\left(1 + \frac{x}{100}\right)}{S}.$$

§. 6. Die Erfahrung hat nach und nach zu einer ziemlich genauen Abwägung der Löhne für die verschiedenen Arbeiten geführt, ohne dass in den verschiedenen Gegenden die Löhne für dieselben Leistungen absolut gleich zu sein brauchen. Es machen sich eben in dieser Hinsicht die schon erwähnten lokalen und anderen Einflüsse geltend.

Die grösste Verschiedenheit bieten die Förmerlöhne, weil die Gestalt und die Grösse der aus Gusseisen darstellbaren Dinge ausserordentlich variable sind.

Deshalb sind die alphabetisch nach den Objekten geordneten Tabellen der Förmerlöhne ziemlich umfänglich, obwohl man sich vielfach dadurch zu helfen sucht, dass man eine durch Buchstaben bezeichnete Klassifikation der Gusswaaren nach den Kaufpreisen als Skalengrundlage für die Förmerlöhne benutzt.

Es ist aber doch besser, die Verwaltung gleich von vornherein so einzurichten, dass die Kaufpreise und die Förmerlöhne von einander vollkommen unabhängig sind und dass Beide nach beliebigem Intervall verändert, gesteigert oder gemindert werden können. Die Durchschnittssätze sind ungefähr folgende:

Herdguss, grober	10—20	Reichspf.
„ feinerer	20—50	„

Kastenguss, Platten und Roste	75—100 Reichspf.
Ofenthüren und Oefen .	200—300 „
Poterie	300—400 „
Bauguss	150—300 „
Gitter, Möbel, Grabkreuze	150—300 „
Röhren	100—200 „
Beleuchtungssachen . . .	200—300 „
Maschinenguss, grob . . .	75—125 „
„ mittel .	100—150 „
„ fein . .	150—300 „
Hohlguss	150—200 „
Masseguss	100—200 „
Lehmguss, sehr schwer u. einfach	100—200 „
„ mittelschwerer	200—300 „
„ feiner	300—400 „

In der Beilage III. ist die von befreundeter Hand mitgetheilte Lohnsliste einer Privatgiesserei nebst Bemerkungen über einige andere Lohnssätze enthalten, welche ausreichenden Aufschluss giebt. Eine sehr umfangreiche Lohns- und Preisliste giebt auch noch Guettier a. a. O. S. 361 u. ff.

Für die Stückrechnung sind die Beilagen IV. und V. von Interesse, weil sie den Zusammenhang von Kaufpreis und Förmerlohn in sehr übersichtlicher Weise gleichzeitig angeben, wozu bei den nach dem Gewichte bezahlten Waaren immer noch die Berücksichtigung des Gewichtes einbezogen werden muss. Die in Beilage V. zusammengestellten Stückwaaren „Verzierungen und Maschinenstücke" sind nicht näher benannt, weil sie ausserordentlich verschiedenartige Stücke darstellen, die unter Anlieferung der Modelle abgegossen wurden.

§. 7. Die eigentlichen Arbeitsverträge, die auf Grund der Lohnsliste abgeschlossen werden, enthalten im Wesentlichen die nachfolgend aufgeführten disciplinarischen und technischen Vorschriften.

1) Die aufgegebenen Arbeiten sind in der Reihenfolge der Aufgabe auszuführen, falls

nichts Besonderes bei der Aufgabe seitens des Betriebsführens bemerkt wird. Die Anfertigung ist möglichst zu beschleunigen und durch richtige Disposition und Vertheilung der verschiedenen Arbeiten eine möglichst angespannte Leistungsfähigkeit herbeizuführen. Bei grösseren Terminaufträgen muss der Förmer einen Theil der Conventionalstrafe übernehmen, wenn er mehr Zeit gebraucht, als er bei der Aufgabe selbst beanspruchte.

2) Die technische Methode der Darstellung ist dem Arbeiter resp. Meister überlassen, wobei jedoch auch vom Betriebsführer, event. nach den Wünschen der Besteller, der Weg der Fabrikation kurzweg von vornherein bezeichnet werden kann.

3) Die Controle der guten Ausführung wird nicht allein im Bereiche der Giesserei zu üben sein, sondern der Arbeiter ist auch für die im weiteren Verlaufe der Bearbeitung für die an der Gusswaare ermittelten Fehler verantwortlich zu machen, und sowohl durch Schadenersatz, als auch (bei bewusstem Verbergen und Ausflicken der Schäden) durch Disciplinarmittel zu bestrafen.

4) Für die in besonderer Tabelle zusammengestellten Lohnssätze liefert der Arbeiter ausser der Arbeitsleistung noch verschiedene bei der Arbeit gebrauchte Materialien und Geräthe, deren Beschaffung indessen der Aufsicht des Betriebschefs unterliegt. *)

5) Der Modus der Lohnsberechnung wird für die bei verschiedenen Arbeiten beschäftigten Leute verschieden sein und ist genau vorzu-

*) Kommen beim Betriebe, um den es sich handelt, Materialverluste regelmässig vor, deren Grösse veränderlich und z. Th. von der Befähigung, resp. der Aufmerksamkeit des Arbeiters abhängt, so setzt man einen Durchschnittsverlust fest und prämiirt jedes Ersparniss an Rohmaterial. (S. speziell weiter unten unter 2.)

schreiben. Ebenso ist die Reklamation gegen die aufgestellte Löhnung zu gehöriger Zeit anzubringen, andererseits jede bei der Auszahlung geschehene Benachtheiligung eines Arbeiters durch seinen Meister streng zu bestrafen und event. als Unterschlagung gerichtlich zu ahnden.

6) Weitere, bloss disciplinarische Bestimmungen sind anzuschliessen, wenn man nicht vorzieht, sie als besondere Arbeiterordnung zu publiciren und bei der Aufnahme die neuen Arbeiter von vornherein dazu zu verpflichten.

In den Beilagen II., VI. und VII. finden sich Beispiele älterer und neuerer Fassung solcher Gedingeverabredungen.

Während Beilage II. ein Schmelzergedinge älterer Fassung giebt, zeigen Beilage VI. und VII. die Abfassung von Förmereigedingen. Das erstere betrifft einen Betrieb, der unter einem Förmermeister geführt wurde und auf einer gewissen veränderlichen Repartition der insgesammt verdienten Summe am Lohne beruhte; das zweite Gedinge, von dem Verfasser entworfen, betrifft den Betrieb einer Giesserei nach vielen getrennten Kameradschaften, die nach ganz verschiedenen Principien organisirt sind.

Aus den angeführten Unterschieden des Betriebes erklären sich auch die Unterschiede in dem Umfange wie auch der Fassung der Gedinge.

Von Interesse für das Abschliessen von Gedingen, wie überhaupt für die ganze Arbeitstheilung und Organisation, ist die Mittheilung Guettier's über die Gedinge der Giesserei zu Tusey (a. a. O. S. 353).

2) Die Verabredung besonderer Haushaltungssätze bezüglich des Verbrauches verschiedener Hauptmaterialien.

§. 8. Werden Verträge bezüglich solcher Arbeiten abgeschlossen, die einen bedeutenden Materialverbrauch involviren, der durch vorsichtige und gut geführte

Arbeit vermindert, durch das Gegentheil aber vergrössert werden kann, so muss in den Verträgen dafür Sorge getragen werden, dem letzteren entgegen zu wirken.

Durch blosse Vorschriften und Aufsicht lässt sich wenig thun, dagegen lässt sich das Interesse des Arbeiters mit dem Interesse, welches die Hütte naturgemäss an jeder Materialersparniss hat, leicht verbinden.

Man leitet aus den vorhergegangenen Betriebsjahren einen Verbrauchsdurchschnitt an dem betreffenden Material ab und setzt danach ein bestimmtes Verbrauchsverhältniss zwischen dem bezüglichen Material und dem fertigen Produkt fest, indem man sagt:

100 Einheiten Produkt verlangen
x Einheiten Haupmaterial,
y Einheiten Nebenmaterial,
z Einheiten Hilfsmaterial.

Man verspricht dem betreffenden Arbeiter für jede gegen die Grössen x, y, z ersparte Einheit an dem verschiedenen Material einen bestimmten Antheil des Werthes, z. B. 25—50 Proc. als Prämie, und man wird die Erfahrung machen, dass die Sorgfalt im Materialcomsum ganz ausserordentlich gesteigert wird.

Eins ist dabei allerdings zu betonen; es müssen die betreffenden Arbeiter den Materialverbrauch auch allein in der Hand haben, und es darf die blosse Sparsamkeitsrücksicht keinen nachtheiligen technischen Einfluss haben.

Für den Giessereibetrieb empfiehlt es sich, jede Ersparniss in dem Brennstoffverbrauch bei den Oefen zu prämiiren, dabei aber den Brennstoffverbrauch nicht der Gusswaare, sondern dem Einsatze gegenüberzustellen, weil die Leiter des Ofenbetriebes das Verhältniss der Gusswaaren zum Bruch- und Eingusseisen nicht in der Hand haben.

Dagegen ist der Eisenabbrand, d. h. der Unterschied zwischen Gusswaaren mit Nebenprodukten

und Einsatz in der Hand der Schmelzer und eine Verabredung darüber mit diesen allein zulässig.

Der Formsandverbrauch kann nur dann gut und genau bemessen und verabredet werden, wenn eine besondere Aufbereitungsanstalt und verschlossene Magazine existiren.

Ueberhaupt verlangt eine Prämiirung von Materialersparnissen stets eine gute Controle des noch nicht verbrauchten Materiales und eine strenge Aufsicht der Hütten- und Lagerplätze, weil sonst durch Veruntreuungen scheinbar günstige Ziffern des Ausbringens entstehen können.

Es ist noch zu bemerken, dass jeder Mehrverbrauch an Material von Seiten der Arbeiter bezahlt werden muss und wo möglich in einem anderen Verhältniss, als für die Prämiirung der Ersparnisse seitens der Hütte zwischen beiden Contrahenten verabredet wurde.

Gewöhnlich lässt man bei Ueberschreitungen der etatsmässigen Verbrauchssätze dem Arbeiter den vollen Materialwerth anrechnen und zahlt ihm den halben Werth der Ersparnisse als Prämie.

Abtheilung b. *Von der Bestellungsannahme und Vertheilung, Controle der Ausführung und Abnahme der Bestellungen; Voranschläge; Preislisten und Preiscourante.*

§. 9. Zur richtigen Ausführung einer eingegangenen Bestellung gehört vor Allem eine genaue Aufnahme derselben und ihre gehörige Buchung in den entsprechenden Arbeitsbüchern des Werkes.

Nach erfolgter Einigung über gegenständliche Eigenschaften, eventuelle Modellanfertigung, Lieferzeit, Preis u. s. w., eine Einigung, die in bindender Form eventuell unter Anzahlung geschehen muss, — geschieht zunächst die Eintragung in das Bestellbuch der Giesserei und damit die Uebernahme der Bestellung seitens der Fabrikation selbst.

Da gewöhnlich die schriftliche Bestellung zu den

Skripturen oder Registratur wandert oder auch dem Debitsbureau zur Information und vorläufigen Notiz der Liquidations- und Verladungsmodalitäten zugeht — also nicht immer für den Betrieb zur Hand ist — muss das Bestellungsbuch Alles enthalten, was einen Nichteingeweihten, doch des Geschäftsganges Kundigen augenblicklich in den Stand setzt, den Stand der Dinge zu controliren.

Es enthält das Bestellbuch mithin nachstehende Notizen:

Datum.

Name des Bestellers und Wohnort (Speditionsvermerke, Adresse für Telegramme u. s. w.).

Bestellungsspecification; Zahl und Benennung der Stücke; Dimensionirung; Nummer des Preiscourants; Art der Bearbeitung; Verpackung; Nebenkosten (Modelle, Zeichnungen, Voranschläge).

Zeit der Ablieferung; Bemerkungen betr. Conventionalstrafen u. s. w.

Name des oder der Förmer, die mit der Ausführung zu beauftragen sind — mit Angabe der ihnen gestellten Lieferfristen.

Bemerkungen; bezüglich der Darstellungsweise; besondere Wünsche bezüglich des Materials und der Bearbeitung u. s. w.

Alle Bestellungen haben eine fortlaufende Nummerirung und es wird auf die Grundlage der Bestellung, also den Brief oder die schriftliche Erklärung, diese Nummer zur späteren Orientirung deutlich zu vermerken sein.

§. 10. Nachdem die Bestellung in der vorbezeichneten Weise eingetragen worden ist, wird sie an die einzelnen Ateliers vertheilt durch Eintragen in die betreffenden Bestellbücher der Giesserei und der Nebenwerkstätten.

Diese Bestellbücher, welche eine ähnliche Disposition haben wie das Hauptbestellbuch, müssen alle Einzelaufträge, die sich zu einer Hauptbestellung zusammensetzen, alle Arbeiten, die bei einer solchen

vorkommen, enthalten und speciell die Ablieferungszeiten für die einzelnen Stücke oder für die ganze Bestellung.

Es kommt ferner darauf an, in diesen Büchern zu vermerken:

Datum der Aufgabe und Nummer des Hauptbestellbuches.

Name und Wohnort des Bestellers.

Anfertigung eines Modelles und Termin der Fertigstellung desselben, im andern Falle Bezeichnung des zu benutzenden alten Modelles.

Reihenfolge der Ablieferung der Gusswaaren, die zu der Bestellung gehören, unter Angabe der Ateliers, nach denen die Gusswaaren zur eventuellen weiteren Bearbeitung gelangen.

Angabe der Classification des Gusswaaren und eventuell des Förmerlohnes, falls nicht darüber eine besondere Bemerkung im Hauptbestellungsbuche genügt.

Bei der Organisation von Einzelarbeit unter einem Giessmeister ist die Ausfertigung so vieler Bestellbücher, als Hauptarbeiter sind, eine lästige Sache und man benutzt dann das Princip der Wandtafel. An jedem Platze befindet sich eine Tafel neben dem Geräthschranke des betreffenden Arbeiters, und an diese Tafel schreibt der Giessmeister in Gegenwart des Arbeiters die Bestellungen auf, die in sein Manual durch den Expedienten des Giessereibureaus eingetragen worden sind. Termin u. s. w. ist ebenfalls anzugeben und bei rascher Ablieferung ist später auch das Resultat der Wägung daneben zu schreiben, damit beim Durchgang durch die Werkstätten der Giessmeister sowohl als der Betriebschef sich von dem Stand der Dinge unterrichten kann.

Die Giesserei von Seraing arbeitet nach dieser Anordnung des praktischen Einzelbetriebes und befindet sich sehr wohl dabei; die ungemeine Energie des dortigen Chefs verleiht dieser Art von Notizfüh-

rung den vollen Werth einer vollkommen buchmässigen Behandlung des Bestellungswesens.

§. 11. Die Controle der Ausführung der Arbeiten hat, abgesehen von der technischen Seite, noch eine disciplinarische; vollkommen wird die Controle nur durch eine möglichst scharfe Abnahme der fertigen Gusswaaren und terminmässige Lieferung derselben an die Magazine oder an die weitere Bearbeitung.

Der abnehmende Beamte muss unter der Botmässigkeit des Chefs der Giesserei stehen und nach seinen Instruktionen handeln; er hat von den Bestellungen Kenntniss zu nehmen und muss über die Lieferungstermine, die Gewichtsvereinbarungen und sonstigen Ansprüche an die Gusswaaren orientirt sein. Man benutzt zu der Gusswaarenabnahme am Besten einen der Assistenten des Giessereibureaus, der etwas technische Bildung hat, um nicht zu leicht von den Förmern hintergangen zu werden.

Derselbe hat neben der Abnahme auch noch die Vorarbeiten zur Lohnungsrechnung zu machen und die Hauptproductionsbücher, Giessereibücher zu führen.

Bei der Abnahme hat derselbe zugegen zu sein und sich von der Richtigkeit der Zahl und des Gewichts, sowie von der probemässigen Durchschnittsbeschaffenheit der Gusswaaren zu überzeugen. Bei schwierigen Fällen entscheidet der Chef des Betriebes, der ohnehin die technische Darstellung in der Hütte selbst zu controliren hat.

Das Gewicht und die Stückzahl der gelieferten Gusswaaren wird bei der Abnahme in zweierlei Art gebucht:

einmal mit Rücksicht auf den Besteller, d. h. zur Kenntniss der Produkten- und Debitsverwaltung;

dann mit Rücksicht auf das Werk als Grundlage der Produktionsberechnung und der Lohnsberechnungen.

Das Erstere geschieht am Besten zugleich an

der betreffenden Stelle des Bestellbuches und auch im Memorandum, welches an die Debitsverwaltung nach vollständiger Erledigung der Bestellung oder vor der Versendung einer Lieferung aus der Bestellung gelangt und alle möglichen Vermerke für die Liquidation enthält.

Das Andere geschieht zunächst in dem Manual des Giessmeisters, respective dem Arbeitsbuch der bezüglichen Kameradschaft, dann aber unter Angabe des Abnahmedatums in einem Hauptbuche, dem Giessereibuche, Haupthüttenbuche u. s. w., das eine Reihe von Preis- und Lohnscolonnen zum Auswerfen und Theilen nach Gusswaarenklassen und Lohnssätzen enthält.

Nöthig ist eigentlich nur das Auswerfen nach Lohnssätzen, da die Classification der Gusswaaren durch besondere Preisverhandlung mit den Bestellern doch stets alterirt und verändert wird.

§. 12. Ein sehr wichtiger Theil des ganzen Bestellungs- und Annahme-, sowie des Verkaufsgeschäfts ist die Ausarbeitung der Preiscourante und Musterbücher. Bereits bei Gelegenheit der Modellanfertigung u. s. w. wurde auf die Wichtigkeit dieser ständigen Vermittlung zwischen Producenten und Consumenten hingewiesen.

Die Preiscourante enthalten unter Angabe der bezüglichen Gewichte, so weit sie sich vorab bestimmen lassen oder der hauptsächlichen Abmessungen, die alphabetisch geordnete Liste der auf dem Werke angefertigten Artikel; bei einzelnen Waaren, z. B. Poterie, lässt sich jede Sorte durch eine eingeschaltete Vignette der Form nach deutlich illustriren.

Neben dieser Preisliste oder dem gewöhnlichen Preiscourante laufen nun eine Reihe von Abbildungen bestimmter Artikel her, welche in Heften zusammengestellt und versandt werden.

Früher war die Lithographie der einzige Weg der Reproduktion der oft von bedeutenden Künstlern und Architekten, meist aber von den Modelleuren der Werke gezeichneten Abbildungen, und es verursachte

die Herstellung dieser Musterblätter einen oft sehr bedeutenden Aufwand an Zeit und an Geld.

Neuerdings benutzt man die weit billigere Photographie und manche Werke sind ganz gut im Stande ein photographisches Atelier zu erhalten und zu beschäftigen. Besonders sind auf diesem Wege der Darstellung die ornamentalen und fertig bearbeiteten Gusswaaren recht gut zu veranschaulichen, deren metallische Lichteffecte nur schwer sich in anderer Weise geltend machen können.

Als Beispiel der Reichhaltigkeit eines Preiscourantes in der Anordnung im Allgemeinen wird Beilage X. mitgetheilt, zu der übrigens noch mehrere Bogen Abbildungen gehören — während Beilage XI. einen älteren Preiscourant eines jetzt in Privatbesitz sich befindenden rheinischen Staatswerkes wiedergiebt.

Die Hauptsache bei den illustrirten Preisverzeichnissen ist die genaue Angabe des Gewichtes, um darnach einen Voranschlag machen zu können, indem man mit dem Käufer bei der Bestellung einen Gewichtseinheitspreis für die rohe Gusswaare verabredet; Nebenkosten, Modelle, Bearbeitung sind besonders anzurechnen.

§. 13. Es sind indess auch Fälle, in welchen von einem Besteller ein Anschlag zu einer besonderen Leistung, z. B. zu einer Bauconstruktion, verlangt wird, zu einer besonderen umfangreicheren Aufgabe u. s. w.

Zu solchem Voranschlag, der nicht immer auf vorhandenen Mustern beruhen kann, gehören einige Erfahrungen und es ist vielleicht nicht ohne Interesse, einige Beispiele solcher Calculationen aus der Praxis folgen zu lassen, wo die spätere Ausführung den Voranschlag controlirt hat.

Zu einer grossen Gasanstalt sind erforderlich:

3000 Centner diverse Rohre u. s. w. Litt. D.
300 Centner Beleuchtungsartikel u. s. w. Litt. F.

Zu welchem Preis können dieselben übernommen werden?

	Litt. D.	Litt. F.
1) Der Preis des Rohgusses beträgt pro Ctr.	1 Thlr. 17 Gr. 8 Pf.	1 Thlr. 17 Gr. 8 Pf.
2) do. des Förmerlohns	— „ 20 „ — „	— „ 25 „ — „
3) do. des Putzerlohns	— „ 2 „ — „	— „ 2 „ 6 „
4) Nebenkosten und Verwaltung*)	— „ 11 „ 5 „	— „ 14 „ 2 „
5) Frankofracht zum Bahnhof	— „ — „ 2 „	— „ — „ 2 „
Summa	2 Thlr. 21 Gr. 3 Pf.	2 Thlr. 29 Gr. 6 Pf.

Schlägt man 10 Proc. der Selbstkosten als Gewinn darauf, so ergiebt sich ein Preis von

circa 2 Thlr. 29 Gr. 3 Pf. oder rund 3 Thlr. für die Röhren,

circa 3 Thlr. 8 Gr. 6 Pf. oder rund 3 Thlr. 10 Gr. für die Beleuchtungsgegenstände.

Nimmt man an, dass durch Concurrenz u. s. w. ein starker Druck auf die Preise der Rohre geübt und ein Nettopreis von 2 Thlr. 20 Gr. als annehmbar seitens des Käufers bezeichnet wird, so bleibt Nichts übrig, als mit den Löhnen herunterzugehen und einen Theil der Generalkosten anderweitig unterzubringen.

§. 14. Die Baugusswaaren und Construktionen erfordern in der Regel ausführlichere und schwierigere Anschläge, wie aus Nachstehendem hervorgeht.

Zu einem Rathhause in einer kleineren Stadt wird eine weite, rund um einen Lichtschacht laufende Thurmtreppe von Eisen mit Consolen an der Innenseite und eisernem Geländer verlangt. Dieselbe hat 3 Läufe von je 23 Stufen, steinerne Podeste, führt aber an einem grossen durch alle Stocke gehenden Fenster vorbei. Die Treppe ist incl. Aufstellung aber ohne Frachtberechnung zu veranschlagen.

*) Es ist zu bemerken, dass der Betrag der Nebenkosten und der Verwaltung aus dem Resultate des vorhergehenden Jahres ermittelt und im Verhältniss zum Verkaufswerth der Gusswaaren auf die verschiedenen Gusswaarenklassen vertheilt wird.

1) Ordinaire Gusstheile.

66 Treppenstufen, bestehend aus

Trittstufen und Futterstufen

mit angegossener Console Ctr.

à 75 Pfd. = 49,50

3 Auftrittstufen à 100 „ = 3,00

3 Wangenstücke à 750 „ = 22,50

Zusammen Ctr. 75,00

pro 100 Pfd. à $4^1/_6$ Thlr. 312 Thlr. 15 Gr.

2) Feine Gusstheile.

24 laufende Fuss schwere doppelt gekehlte Gitter für die Podeste Ctr.

à 35 Pfd. = 8,40

6 Pilaren ohne Laubwerk

à 50 Pfd. = 3,00

Zusammen Ctr. 11,40

per 100 Pfd. à $5^5/_6$ Thlr. 66 Thlr. 15 Gr.

3) Zinkgussverzierungen.

6 Pilarenlaubwerk und Kreuzblumen

à 4 Thlr. 24 Thlr. — Gr.

4) Schmiedeeisenarbeit (Geländer)

laut spec. Anschlag 102 „ — „

5) Zusammenpassen der Stufen und Gitter.

69 Stufen mit Geländer

à 2 Thlr. = 138 Thlr.

24 Fuss Gitter à 5 Gr. = 4 Thlr.

6 Pilaren à 10 Gr. = 2 Thlr. 144 „ — „

6) Modellkosten

laut spec. Anschlag 80 „ — „

7) Aufstellung an Ort und Stelle 60 „ — „

Summa 787 Thlr. — Gr.

In runder Summe ist die Arbeit demnach auf 800—850 Thlr. zu veranschlagen.

§. 15. Die Calculation einer Zinkblechwalze von roh 96,50 Ctr. ergiebt folgende Aufstellungen:

Erzeugungskosten der rohen Walze:

	Thlr.	Sgr.	Pf.
1) Schmelzerlöhne:			
$96\frac{1}{2}$ Ctr. à 1 Sgr.	3 Thlr.	6 Sgr.	6 Pf.
2) Materialverbrauch:			
$96\frac{1}{2}$ Ctr. fertiger Flammofenguss erfordern $\frac{100{,}00}{66{,}00}$ $144\frac{3}{8}$ Ctr. Einsatz;			
dieser besteht aus			
40 Ctr. Holzkohleneisen à 1 Thlr. 22 Sgr.	69 „	10 „	— „
50 Ctr. Cokesroheisen à 1 Thlr. $13\frac{1}{2}$ Sgr.	72 „	15 „	— „
$54\frac{3}{4}$ Ctr. Alt-Gusseisen à 1 Thlr. $7\frac{1}{2}$ Sgr.	68 „	13 „	2 „
wie oben $144\frac{3}{4}$ Ctr. Einsatz	210 „	8 „	2 „
Zurückgenommen:			
Tümpel 17,7 Proc. 25,62 Ctr.			
Bruch 4,9 „ 7,09 „			
Sa. 32,71 Ctr. à 1 Thlr. $7\frac{1}{2}$ Sgr.	40 „	26 „	6 „
bleiben	169 „	11 „	8 „
$144\frac{3}{4}$ Ctr. Einsatz erfordern à 1 Ctr. 1 Qu.-F. Stückkohlen $144\frac{3}{4}$ Quadratfuss oder circa 20 Tonnen à 14 Sgr. 9 Pf.	9 „	25 „	— „
Summa Materialverbrauch	179 „	6 „	8 „
3) Förmerlöhne u. s. w.: $96\frac{1}{2}$ Ctr. à 10 Sgr.	32 „	5 „	— „
4) Transport der Bohrhütte: 8 Schichten à 8 Sgr.	2 „	4 „	— „
5) Bohrkosten:			
9 Arbeitsschichten à 10 Sgr.	3 „	— „	— „
75 Drehschichten à 15 Sgr.	37 „	15 „	— „
Bohrhüttenzins pro Schicht 1 Thlr.	75 „	— „	— „
Summa	115 Thlr.	15 Sgr.	— Pf.

Recapitulation.

1)	3	Thlr.	6 Sgr.	6 Pf.
2)	179	„	6 „	8 „
3)	32	„	5 „	— „
4)	2	„	4 „	— „
Summa	216	„	22 „	2 „
10 Proc.	21	„	18 „	— „
	238	„	10 „	2 „
Die rohe Walze kostet	238	„	10 „	2 „
Hierzu 5)	115	„	15 „	— „
Summa	353	Thlr.	25 Sgr.	2 Pf.
Es fielen 19 Ctr. 83 Pfd. Walzenköpfe à $1^1/_4$ Thlr. = 24 Thlr. 23 Sgr. 8 Pf. 13 Ctr. 37 Pfd. Späne, à 15 Sgr. = 6 Thlr. 20 Sgr. 5 Pf. =	31	„	14 „	1 „
Bleiben	322	„	11 „	1 „
Die fertig gedrehte Walze wog 63 Ctr. 30 Pfd. u. kostete mithin pro Ctr.	5	Thlr.	2 Sgr.	9 Pf.

Abtheilung c. *Von der technischen Buchführung (Schmelzbücher, Arbeitsbücher, Lohnsrechnungen, Produktionszusammenstellungen).*

§. 16. Die einleitenden Bemerkungen zu dem IV. Theile haben bereits betont, dass von der rein kaufmännischen Seite der Buchführung hier nicht die Rede sein kann, sondern dass sich wesentlich Alles um die technische Buch- und Notizführung handelt.

Es bezieht sich dieselbe auf die Umwandlung der Materialien in Produkte, die dabei verausgabten Material- und Arbeitswerthe, und die genaue Ermittlung der ganzen Produktion.

Abgesehen von den Lagerbüchern der verschiedenen Materialien, als Roheisen, Brennstoffe, Formsande u. s. w. sind es zunächst die

Schmelzbücher, d. h. die Buchungen, die sich auf den Ofenbetrieb beziehen, welche wichtig werden.

Aus diesen und aus den Abnahmenotizen ergeben sich die ersten Posten für die Arbeitsbücher der verschiedenen Kategorien, die Grundlagen der ganzen Lohnsrechnung. Man kann die im §. 10 besprochenen Bestellbücher auch als Arbeitsbücher behandeln, insofern als man alle Arbeiten unter einander anführt, die zu einer Bestellung gehören.

Es gehört dann aber wieder eine besondere Mühe und Umsicht dazu, den Betrieb einer Werkstatt während eines Zeitraumes aus den einzelnen Bestellungen zusammenzusuchen und es ist für die Arbeitsbücher vortheilhaft, wenn Tag für Tag oder Arbeiter für Arbeiter nach Leistung und Materialverbrauch angeführt wird. Das erwähnte Werkchen von Busch giebt hierfür wie für alle Verhältnisse concrete Vorschriften.

Die Lohnsrechnungen oder Lohnbücher enthalten die rubricirten Leistungen mit den ausgeworfenen Beträgen, die Abzüge und die Vertheilung unter die einzelnen Förmer, wo eine solche der Organisation der Arbeit nach nothwendig wird.

Als Schluss der hier anzuführenden Arbeiten sind zu erwähnen die Produktionszusammenstellungen, Arbeiten, welche für die Privatindustrie weniger Werth haben als für die Staatsindustrie, wo sie zur Information der Oberbehörden in kürzeren oder längegeren Zeitabschnitten eingefordert und angefertigt werden.

Der Stoff zerfällt demnach in 3 Abschnitte:

1) Die Schmelzbücher.
2) Die Arbeitsbücher und Lohnsrechnungen.
3) Die Produktionsübersichten.

1) Die Schmelzbücher.

§. 17. Die Schmelzbücher bilden die Grundlage der Beurtheilung des Ofenbetriebes und werden

nach den an den Oefen angebrachten Schmelzertafeln geführt.

Die Schmelzertafel enthält gewöhnlich für jeden Wochentag eine Zeile und eine Reihe von Colonnen für die Materialaufwände jeden Tages. Man macht für jeden Gichtensatz ($1^1/_2$, 2, $2^1/_2$, 3 u. s. w. Ctr.) eine Colonne, weit genug um 25—40 Striche aufzunehmen, dann eine Colonne für die Cokes und vielleicht noch eine breite Colonne zu Notizen über Tagelöhnerschichten u. s. w. Hält man darauf, dass die Tafeln täglich abgenommen werden, so braucht man nur die Colonnen- und nicht die Zeilentheilung und hat mehr Raum für die Details der Notizen.

Damit hat man aber noch nicht viel Detail; es fehlen in der vorstehenden Anordnung alle Rücksichten auf die verschiedenen Roheisensorten, auf die Abfälle des Betriebs und die Gusswaare. Nun lassen sich diese Notizen nicht für jede Einzelgicht, oft auch nicht einmal für jeden Tag, selbst nicht für jede Woche genau feststellen. Es fällt deshalb Alles, was sich Tag für Tag nicht durch die Leute selbst ermitteln lässt, dem Beamten zu, der das Schmelzbuch führt, und der die Gichtensummen und die daraus resultirenden Gewichte mit der wirklichen Roheisen- und Cokesausgabe vergleichen und zusammenbringen muss, die sich aus den Lagerbüchern ergiebt.

Die Schmelzbücher können nun getrennt für Cupol- und Flammöfen geführt werden, sie können aber auch sich vereinigen lassen, indem man eine breitere Tabellenform mit gemeinschaftlicher Zeilenvorschrift anwendet. (Beilage XII. giebt eine Tabelle mit gemeinsamer Zeilenvorschrift, die auch auf zwei Bogen Platz findet, wenn der innere Bogen schmal geschnitten ist.)

Führt man die Flammofennotirung für sich, so ergiebt sich die Form der Beilage XIII., wenn man nicht vorzieht, zwei Folioseiten zu benutzen und auf die linke Seite die in Beilage XIV. gegebene Disposition anzuwenden, die vollständige Betriebsnotizen

enthält und welche bereits im III. Theile des Werkes, Abschnitt B., §. 51, bei der Besprechung der Walzenbeschickungen einigermaassen angedeutet wurde.

2) Die Arbeitsbücher und Lohnsrechnungen.

§. 18. In welcher Weise die Arbeits- und Lohnbücher geführt werden müssen, darüber giebt das Buch von Busch und auch ein Rückblick auf die vorhergehenden Betrachtungen Auskunft.

Es treten aber bei der Giesserei eigenthümliche Kameradschaftsverhältnisse u. s. w. ein, die besprochen werden müssen, weil sie in den fertigen Lohnstabellen nicht erscheinen.

Ist die Arbeit so organisirt, dass der Meister die Leistung jedes Arbeiters kennt und auch einzeln buchen kann, so werden in der Lohnsliste hinter jedem Namen die betreffenden Gusswaaren mit dem Einheitssatz angeführt, dann ausgerechnet und nun ein bestimmter Procentsatz für das Honorar des Meisters und die eventuellen Tagelöhne in Abzug gebracht, z. B. bei Poterie, die nicht viel Lohn einbringt, 10, bei einfachem Plattenguss zu Oefen 15—20 Proc. oder rund $^1/_6$, dann folgen die persönlichen Abzüge, Vorschuss, Materialien, Knappschaftskassenbeiträge u. s. w., die in besonderen Colonnen ausgeworfen und summirt, mit der Restsumme des Lohnes die Totalsumme ergeben müssen.

Bei Kameradschaften, welche wie die Lehm-, Masse- und Maschinenförmer u. A. solidarisch im Arbeits- und Lohnsinteresse verknüpft werden müssen, läuft die Sache anders.

Nimmt man z. B. an, dass in einer Kameradschaft

der Meister		7	Groschen	v.	Thaler	Lohn	erhält	u.	24	Tage arbeitete,
der Geselle	A.	$5^1/_2$	"	"	"	"	"	"	10	" "
"	" B.	$4^1/_2$	"	"	"	"	"	"	24	" "
"	" C.	4	"	"	"	"	"	"	$22^1/_2$	" "
"	" D.	3	"	"	"	"	"	"	24	" "
"	" E.	3	"	"	"	"	"	"	23	" "
"	" F.	3	"	"	"	"	"	"	21	" "

und dass ausserdem die Tagelöhner

A_1	24	Schichten	à 15 Groschen
B_1	23	Schichten	à 15 Groschen
C_1	23	Schichten	à 15 Groschen
D_1	21	Schichten	à 15 Groschen
E_1	24	„	à $12^1/_2$ „
F_1	20	„	à 10 „

verfahren hätten, so wird sich folgende Rechnungsoperation zur Ermittelung des jedem Arbeiter zustehenden Lohnes ergeben.

Zunächst wird nach dem Giessereibuche die ganze Lohnssumme zu ermitteln sein und hiervon sind zunächst die Summen der Tagelöhner, dann die Auslagen für Materialien und Geräthe, Nägel und Schaken abzuziehen, auch Conventionalstrafen u. s. w. und der entfallende Rest kommt zwischen dem Meister und seinen Leuten nach dem Verhältniss der Produkte aus Antheilsatz und Schichtenzahl zur Vertheilung.

Es verhalten sich im vorliegenden Falle zum Restlohne die Antheile

des Meisters		wie	7×24	zu der Summe Σ der Produkte.
der Gehilfen	A.	„	$5^1/_2 \times 19$	
„ „	B.	„	$4^1/_2 \times 24$	
„ „	C.	„	$4 \times 22^1/_2$	
„ „	D.	„	3×24	
„ „	E.	„	3×23	
„ „	F.	„	3×21	
			Σ	

§. 19. Noch abweichender ist das Verfahren bei einzelnen Zweigen, z. B. der Röhrenförmerei, wo selbstständige Theilarbeit Einzelner neben vollster Verbindlichkeit existirt, wie aus dem Nachstehenden hervorgeht:

Es sind bei einer ausschliesslich mit dem Röhrengusse beschäftigten Kameradschaft producirt:

2,85 Ctr. à 25 Sgr.	2 Thlr.	11 Sgr.	3 Pf.	
656,2 „ à 20 „	437 „	10 „	5 „	
54,67 „ à 15 „	27 „	10 „	1 „	
Lohnssumme	467 Thlr.	1 Sgr.	9 Pf.	
Abzüglich Frachtverluste durch Mehrgewicht	9 „	10 „	— „	
Lohnssumme				457 Thlr. 21 Sgr. 9 Pf.

Davon sind zu zahlen:

Für 92 6zöllige Röhren à 15 Sgr. dem Gehülfen A und Lehrburschen A,.	46 Thlr.	— Sgr.	— Pf.
Für 112 5 u. 4zöllige Röhren à 10 Sgr. dem Meister und dem Gehülfen B.	37 „	10 „	— „
Für 14 $2^1/_2$zöllige Röhren à 5 Sgr. den Lehrburschen B, und C,.	2 „	10 „	— „
Für 719 2zöllige Röhren à $3^3/_4$ Sgr. den Gehülfen C und D und den Burschen D, und E,.	89 „	26 „	3 „
Für diverse Gewichtsgusswaaren erhält der Gehülfe E	8 „	— „	1 „
also an Förmerlöhnen	183 Thlr.	16 Sgr.	4 Pf.

Ferner zu zahlen:

Für 92 6zöllige Kerne à 4 Sgr.	12 „	8 „	— „
Für 112 5zöllige Kerne à 3 Sgr. dem Kernmacher A,,.	11 „	6 „	— „

Für 14 $2\frac{1}{2}$zöllige Kerne à 2 Sgr.	— Thlr.	28 Sgr.	— Pf.
dem Kernmacher B,,.			
Für 719 2zöllige Kerne à $1\frac{1}{3}$ Sgr.	29 „	28 „	9 „
Für 4 Kerne à 3 Sgr. . .	— „	12 „	— „
den Kernmachern C,,, D,, und den Tagelöhnern A_x und B_x,			
zusammen an Kernmacherlohn	54 Thlr.	22 Sgr.	9 Pf.
An die Tagelöhner C_x N_x laut Schichtenbuch . .	69 „	8 „	— „
Summa	307 Thlr.	17 Sgr.	1 Pf.
Bleibt für Material, sonstige Auslagen und Meisterlohn	150 „	4 „	10 „

3) *Die Produktionszusammenstellungen.*

§. 20. Von den *Produktionszusammenstellungen* ist nicht viel zu sagen. Die Gusswaarenproduktion ergiebt sich aus der *Abnahmebuchhaltung*, die schon besprochen wurde.

Dagegen ist es von technischem Interesse, besonders im Anschluss an die in §. 17 gegebenen *Schmelzbuchsnotizen*, einiges über die *Zusammenstellungen* zu sagen, die sich auf den *Ofenbetrieb* beziehen.

Sie bestehen aus einer *Materialienbalance* und aus einer *Darstellung des Betriebes* selbst, wie sie in den Tabellen der Beilage XV. sich deutlich ergiebt.

Nimmt die Produktionszusammenstellung die Gestalt eines Berichtes an, so entspricht sie der Beilage XVI., die die Resultate eines Quartales zusammenfasst und den Uebergang zu den eigentlichen *Betriebs- und Verwaltungsberichten* bildet.*)

*) Betreffs der Buchführung selbst muss wiederholt auf das Werk von *Busch* aufmerksam gemacht werden. Die dort mit-

Abtheilung d. *Von den Betriebs- und Verwaltungsberichten.*

§. 21. Die zu verschiedenen Zeitabständen erforderlich werdenden Betriebs- und Verwaltungsberichte zur Information der Vorgesetzten, seien es nun Staatsbehörden, Aufsichts- und Verwaltungscollegien, oder Generalversammlungen, müssen stets die prägnanteste Kürze mit der Erwähnung alles Wünschenswerthen und Wissenswerthen vereinen.

Allgemeine Vorschriften lassen sich nicht aufstellen, indessen kann man ohne Weiteres behaupten, dass nur eine auf die äusseren oder wichtigen inneren Beziehungen des Werkes Einfluss übende Thatsache ihren Platz in dem Berichte erhalten soll.

Es müssen Angaben über Produktionsumfang im grossen Ganzen gemacht, die Verkaufs- und Preisverhältnisse hervorgehoben werden; einzelne, zu besonderen Erwartungen berechtigende Einrichtungen und Betriebszweige, dann wieder andere desgleichen, die nicht mehr zeitgemäss oder nicht rentabel sind, müssen angeführt werden.

Die Zahl der Arbeiter und Betriebsvorrichtungen sind ebenfalls anzuführen, Durchschnittslöhne u. s. w.; vorzugsweise kommen aber die ökonomisch-technischen Momente in Betracht.

Das Ausbringen der Apparate, die Abbrände, Cokesverbrauchssummen u. s. w. nebst Motivirungen aller Art sind vorzutragen.

getheilten Schematismen und Angaben ergänzen sehr gut die hier mitgetheilten Winke und Angaben. Es würde den ohnehin bedeutend grösseren Umfang des II. Bandes ungemessen erweitert haben, die von Busch mit voller Sachkenntniss dargestellten Verhältnisse nochmals hier zu berühren. Es sei an dieser Stelle noch eines kleinen Schriftchen Erwähnung gethan:

Der geschickte Buchhalter u. s. w. von M. L. Becker, Köln und Leipzig, Mayer, das auf 61 kleinen 4° Seiten Aufschluss über alle wesentlichen Punkte der Buchführung giebt.

Gewöhnlich geben die Betriebschefs kurze Specialberichte aus denen der Direktor des Werkes seinen Hauptbericht zusammenstellt.

Beilage XVII. zeigt einen solchen Specialbericht im ersten Entwurfe; derselbe stammt, wie die meisten Beilagen, aus der Feder des Verfassers.

Anhang.

(Enthaltend die Beilagen zu dem IV. Theile.)

Beilage I.

Vorschläge betreffend die Steigerung der Gusswaarenproduktion auf der Königl. Eisengiesserei bei G.....tz bis auf 150,000 Centner und die deshalb zu treffenden Aenderungen im Betriebe.

G.....tz, den 25. Mai 186..

Um mit den möglichst geringen Arbeitskräften und den jetzigen Betriebsvorrichtungen die Leistung willkürlich, im speciellen Falle auf das dreifache der jetzigen Produktionssumme zu steigern, ist es nothwendig, eine grössere Gewandtheit des einzelnen Arbeiters heranzuziehen.

Dies geschieht hauptsächlich durch Berücksichtigung nachstehender drei Punkte:

1) Richtige Theilung der Arbeit nach der individuellen Begabung; nach der Art der Arbeit, dem verschiedenen Geschicklichkeitsgrad, den ihre Natur bedingt; Trennung der groben Arbeiten von der eigentlichen Förmerei.

2) Richtige Ausnutzung der vorhandenen Räume durch Benutzung aller irgend brauchbaren Plätze zur Arbeit; Disposition der Arbeitskameradschaften so, dass durch Hilfsarbeit möglichst wenig Zeit vergeudet wird.

3) Richtige Anfertigung und geordnete Aufbewahrung sämmtlicher Geräthschaften und Modelle in der Nähe der Werkstätten, in leicht zu übersehender und zu controlirender Weise.

4) Ausnutzung der vorhandenen und noch ferner zu beschaffenden Hauptbetriebsmaterialien in der Weise, dass die eigenthümlichen Eigenschaften derselben bei der Anwendung berücksichtigt werden, um ein günstiges Resultat zu erzielen.

Hierher gehört vor Allem:

Auswahl und genaue Sortirung des theils angekauften, theils als Haupt- und Nebenprodukt des eignen Werkes fallenden Roh-, Bruch- und Tümpeleisens nach dem Aussehen des Bruches. (Diese Auswahl wird dem Giessereibeamten nur durch Einverständniss mit der Hochofen- und der Materialienverwaltung ermöglicht.)

Was den ersten der oben genannten vier Punkte, die richtige Arbeitstheilung, anbetrifft, so ist es gerathen, der seit den letzten Jahren allmälig eingetretenen Zersplitterung gleichartiger Arbeiten zu allererst ein Ende zu machen. Die dadurch hervorgerufene Confusion und Unordnung in den gleichartigen Modellen, die erschwerte Aufsicht, würden an und für sich das Ende dieses Uebelstandes wünschen lassen, wenn nicht auch die Leistungen, namentlich deren Steigerung, dadurch in ausserordentlich günstiger Weise beeinflusst würden.

Es giebt im Betriebe hiesigen Werkes eine namhafte Menge wiederkehrender Artikel, deren billige Herstellung durch die Concurrenzverhältnisse zur Lebensfrage geworden ist.

Diese, gerade die niedrigsten Preisklassen des Preiscourants füllenden Artikel sind nur dann billig zu fabriciren, wenn es gelingt, die Anfertigung derselben einer und derselben Kameradschaft von Arbeitern dergestalt einzuüben, dass selbst bei Herabsetzung der Arbeitslöhne der Einzelarbeiter immer noch das bessere Handwerkertagelohn verdient.

Es erscheint nothwendig, bei der Arbeitsvertheilung ein ganz bestimmtes Prinzip zu befolgen und jetzt,

wo ein neues Arbeitsverhältniss eingeführt werden soll, die Kameradschaften hauptsächlich nach der zu fertigenden Arbeit abzutheilen.

Anstatt der jetzt arbeitenden 20 Kameradschaften werden nur so viele gebildet werden müssen, als es Arten der Arbeit giebt; und es würden sich, mit Rücksicht auf die vorhandenen Räumlichkeiten folgende Dispositionen wohl am Geeignetsten erweisen.

In der Topfhütte:

1. Kameradschaft. Sämmtliche Poterie, Oefen und unverzierte Heizthüren.

2. Kameradschaft. Kunstguss, sämmtliche Gitter und Grabkreuze, Gartenmöbel, verzierte Heizthüren.

In der Hochofenhütte:

3. Kameradschaft. Plattenguss; theils auf dem Herde, theils im Kasten, Ring-, Falz- und Rippenplatten.

Dazu alle Arten Herdguss.

4. Kameradschaft. Maschinenguss, Zahnräder, Schwungräder, Wellen u. s. w., meist für den Bedarf der Maschinenwerkstatt arbeitend.

5. Kameradschaft. Röhren- und Hohlguss, Gas- und Wasserleitungen, Kesselarmaturtheile, kleinere Dampf- und Pumpencylinder.

In der Flammofenhütte:

6. Kameradschaft. Masseguss; schwere Röhren und Maschinentheile; Säulen, Balken u. s. w., sowie der gesammte Walzenguss.

In dem Lehmformhause:

7. Kameradschaft. Lehmguss; alle Gegenstände umfassend, deren Herstellung ohne Modelle billiger ist.

Die Vertheilung der einzelnen Personen der jetzigen Kameradschaften in die späteren richtet sich nach der Fähigkeit derselben, und die untauglichen Elemente, soweit es durchaus unmöglich wird, dieselben auf nutzbringende Weise zu beschäftigen, sollten zum

Bedarf der vier Werkstätten als Hilfsarbeiter bei den Krahnen und bei dem Eisentragen im Tagelohn beschäftigt und letzteres dem Lohne der Förmer zur Last geschrieben werden.

Das Beispiel der musterhaft eingerichteten Borsig'schen Giesserei zu Berlin kann hierin zur Nachahmung empfohlen werden.

Von den ständigen Arbeitern der Förmerei sind nachweislich 22 Arbeiter, darunter 11 Förmermeister, über 50 Jahre alt und nur $^2/_3$ derselben noch ferner brauchbar.

Durch Ablegen, resp. Pensioniren derselben, würde die neue Organisation eine wesentliche Erleichterung erfahren und zugleich ein grösseres Verdienst den jüngeren und tüchtigeren Arbeitern gegeben werden.

In Betreff des zweiten Punktes, der Raumvertheilung, so ist die vorstehende Theilung der Arbeit mit vollkommener Berücksichtigung der vorhandenen Räume und der darin enthaltenen Betriebsvorrichtungen geschehen.

Die Kameradschaften sind so anzulegen, dass die ein gleichartiges Material erfordernde Arbeit vor demselben Ofen gegossen werden kann.

Poterie und aller Guss, bei dem äussere Vollendung und Schönheit vorzugsweise wünschenswerth ist, verträgt einen stärkeren Zusatz verschiedenartigen alten Eisens, als die einer weiteren Bearbeitung unterliegenden Maschinentheile; es erscheint gerechtfertigt, die hier noch immer bedeutende Fabrikation von Poterie, Oefen, Gittern, Verzierungen in einen und denselben Raum zu bringen. Ebenso bedarf es keiner weiteren Auseinandersetzung, warum der Platten- und der Herdguss in die Hochofenhütte verlegt werden soll. Wenn die Versuche gelingen, bei achtstündigen Abstichen, das direkt aus dem Hochofen kommende Eisen zur Giesserei zu benutzen, so dürfte es namentlich von Vortheil sein, die schwachen Herdplatten, die Falz- und die Kochherdplatten, die Rosttheile und Ofenunterlagen daraus zu fertigen. Die 3. Kamerad-

schaft soll deshalb ihren Platz vor und an den Seiten der Abstichfelder erhalten.

Auch der Maschinenguss und die Röhrenförmerei gestatten, namentlich bei schweren Stücken, eine Anwendung des Hochofeneisens und sind deshalb jede an ein Ende der Hochofenhütte angelegt.

Die in die Flammofen- und Lehmformhütte gelegten Kameradschaften sind dieselben, die bereits jetzt diese Plätze innehaben und an die dort vorhandenen geräumigen Darrkammern, Dammgruben und Flammöfen gebunden.

Es ist möglich, in der Flammofenhütte ein Stück von 200—350 Centner zu giessen; in dem Lehmformhause ist ungefähr die gleiche Zahl als Grenze der Produktion sämmtlicher Oefen anzunehmen.

Den dritten Punkt, Verbesserung und Aufbewahrung des hauptsächlichen beweglichen Inventars betreffend, ist besonders die Beschaffung neuer Falzplattenmodelle von $^3/_{16}$—$^3/_8$ Zoll Stärke aus gehämmertem Kesselblech dringend anzuempfehlen; ebenso müssen die sämmtlichen Poterie-, Ofen- und auch die Gittermodelle einer sorgfältigen Revision unterworfen werden. Die Kochplatten- und Thürmodelle sind, was Maasse und Stärken anbetrifft, bereits revidirt und dürften die noch gemachten Ausstellungen mehr oder minder den Arbeitern zur Last gelegt werden.

Durch hinreichende Unterstützung von Seiten des Gusswaarenabnehmers wird es gelingen, diesem Uebelstande abzuhelfen.

Gleichzeitig ist auf gut gehaltene und zweckmässige Formkasten hinzuarbeiten und kann bei der Inventarienrevision ein genaues Verzeichniss der vorhandenen noch brauchbaren Apparate angelegt werden und künftig als beste Aushilfe bei der Controle dienen.

Da die vorhandenen Formkasten alle durchweg zu schwer sind, so ist es gerathen, das Absetzen derselben und das Neubeschaffen allmälig anzuordnen, um die Ausgaben nicht zu sehr zu steigern.

Zu currenten Waaren ist das Inventar an Kasten vor der Hand noch ausreichend.

Es wird am besten sein, jedem der Meister das der Kameradschaft zugewiesene Kasteninventar zur Benutzung in der Art zu übergeben, dass jeder für die Instandhaltung desselben mit seinem Lohne haftbar gemacht wird, resp. dass die erwachsenden Reparaturkosten von dem Lohne abgezogen und die Reste erst zur Vertheilung kommen.

Der vierte Punkt, Wahl der besten Materialien, soll hier weiter nicht berührt werden. Es ist lediglich hierbei nach dem Grundsatze zu handeln:

Es giebt für jede Gattung Eisen und Cokes, Formsand und Masse eine Verwendungsweise, bei welcher ausgezeichnete Fabrikate geliefert werden können, und diese eine Verwendungsweise zu suchen, ist die erste Pflicht jedes Betriebsbeamten.

Darauf basirend, soll auch auf dem hiesigen Werke vorgeschritten werden, wenn erst die Umgestaltung der Arbeitsverhältnisse dem Betriebsbeamten einen grösseren Einfluss auf die Einzelarbeit verschafft hat.

D

Beilage II.

Besondere Bedingungen, unter welchen der Schmelzermeister H..... bei der Königl. Eisengiesserei zu B..... für das Jahr 1859 gedungen worden ist, als Beilage zum Gedingeprotokoll vom 3. Oktober 1858.

1. Der Schmelzer H..... ist verpflichtet, die vom vorhergegangenen Schmelzen zurückgebliebenen Eingüsse und den Ausschuss am frühen Morgen jedes Tages zu reinigen, und sowohl diese als das vom Materialienmagazin zu entnehmende Roheisen aufzu-

räumen und, so wie solches in jedem der verschiedenen Schmelzöfen eingesetzt wird, zu notiren.

2. Die Steinkohlen und Cokes, sowie die Materialien, welche zum Verstreichen und Repariren bei den Oefen gebraucht werden, jeden Tag zu denselben zu schaffen und nur diejenigen Schmelzmaterialien als Steinkohlen, Cokes und Roheisen zu entnehmen, worüber er von dem Hüttenmeister N... jeden Morgen die Anweisung erhält, und den Verbrauch dieser Materialien für jeden Ofen besonders zu notiren.

3. Wenn an einem Tage mehrere Oefen im Gange sind, so haftet der H..... nicht allein für den Ofen, welchen er bedient, sondern auch für alle übrigen, sowie für das ganze Geschäft des Schmelzens.

4. Nur gute und tüchtige Gehülfen anzunehmen und so wenig wie möglich mit denselben zu wechseln; weil es beim Schmelzen sehr darauf ankommt, erfahrene Hilfsarbeiter zu haben, wobei er sich jedoch nicht beikommen lassen darf, dergleichen Arbeiter als Schmelzgehülfen anzunehmen, welche eines Vergehens halber hier auf dem Hüttenplatze oder sonst wo von dem Königl. Eisengiessereiamte entlassen worden sind, auch muss derselbe, wenn er einmal angenommene Gehülfen entlassen will, vorher dem Eisengiessereiamte Anzeige machen.

5. Sämmtlichen Ofenbruch von den Oefen gehörig zu reinigen, abzuwiegen, das Gewicht desselben von jedem Ofen und von jeder Schicht einzeln zu notiren und dann auf einem schicklichen Platze, welcher ihm dazu angewiesen wird, aufzustellen; gleiche Ordnung muss mit den jeden Tag aufkommenden Zündern und dem Steinkohlengrutz beobachtet werden, und werden solche gehörig notirt und dem Materialienmagazin des Morgens früh überliefert.

6. Muss der H..... beim Fortschaffen schwerer Stücke zum Bohr- und Drehwerk, zur Schmiede, Schlosserei, zum Schleifwerk und Produktenmagazin, sowie zum eignen Bedarf mit seinen Nebenarbeitern Hilfe leisten, ohne dafür Bezahlung zu erhalten.

7. Der H..... muss, wenn das geschmolzene Eisen zum Vergiesen von Gusswaaren durch seine oder der Schmelzgehülfen Schuld nicht hinlänglich flüssig vorkommt oder nicht völlig heruntergeschmolzen ist, eine verhältnissmässige Strafe zahlen.

8. Erhält der H..... für jede 10 Ctr. gut geschmolzenen Eisens einundzwanzig Silbergroschen zehn Pfennige. Er macht sich jedoch verbindlich, wenn die Fabrikation in einem monatlichen Abschlusse von vier Wochen 1000 Ctr. und von fünf Wochen 1250 Ctr. und darüber beträgt mit 19 Sgr. 6 Pf., neunzehn Silbergroschen sechs Pfennige pro 10 Ctr. zufrieden zu sein.

Uebrigens muss er sämmtliche Gehülfen aus eigenen Mitteln lohnen und das Abwiegen und Abmessen sämmtlicher Materialien zu den Flamm- und Cupolöfen mit seinen Gehülfen unentgeltlich besorgen und sich das nöthige Oel zum Geleuchte selbst halten.

9. Als einziger Gedingenehmer erhält der H..... ferner:

a. Die etatsmässigen 16 Thlr. 20 Sgr. für die Maurerarbeiten und kleinen Reparaturen an den Flamm-, Cupol- und Tiegelöfen. Grössere Arbeiten, als einen neuen Fuchs, ein Gewölbe im Flammofen, einen neuen Schacht im Cupolofen und einen ganzen Tiegelofen zu mauern, woran er mit einem Gehülfen mehrere Tage hintereinander arbeitet, werden besonders bezahlt.

b. Das Gedingegeld Zwei Thaler.

c. An Emolumenten: Drei Klafter Deputat-Torf.

d. Freie Wohnung auf dem Werke.

gez.: H.....

a. u. s.

gez.: J. Sch..dt. gez.: N.th.

Beilage III.

Löhne pro Centner Gusswaaren der K...... M.....-hütte.

Gusswaaren-Artikel.	Silber-groschen.	Gusswaaren-Artikel.	Silber-groschen.
Ambosse	10	Kastenguss, grober, schwerer	$7^{1}/_{2}$
Ankerplatten	$7^{1}/_{2}$	Kochmaschinen, leicht	15
Backofenbüchsen	30	„ schwerer	12
Bügeleisen	14	Krummzapfen	14
Balconträger	30	Kochöfen	25
Brückenschuhe	10	Kuhtröge	$22^{1}/_{2}$
Bohreicheln	18	Laternen	50
Candelabersäulen	30	Laternenarme	25
Centrifugalpumpen	18	Lager mit Deckel	16
Dachfenster	30	Lagerschalen	18
Einlegplatten, schwache	12	Lehmguss, allgemein	40
Essendeckplatte	14	Maschinenguss, grob, schwer	$7^{1}/_{2}$
Essenschieber	60	Maschinenguss, gut, schwer	10
Essenthüren	60	Maschinenguss, mittel (bis 5 Ctr.)	14
Fenster, grosser Kastenguss	15	Maschinenguss, ganz fein	25—30
Fenster, grosser Herdguss	4	Mörser	18
Fundamentplatten, gross	10	Ofenguss, allgemein	25
Füllöfen, durchschnittl.	25	„ decorirte leichte Oefen	30
Feuerthüren	60	„ einzelne Theile	20
Gewichte	14	Pfannen zu Oefen	25
Grabplatten	30	Pochstempel	10
Geländertheile	25—30	Pumpentheile	18
Gartenbänke	25	Pferdekrippen	$37^{1}/_{2}$
Geländerspitzen	30	Pochsohlen	10
Grabkreuz mit Schrift	40	Pflugtheile	18
Gasröhen, gerade	12	Roste und Roststäbe	$7^{1}/_{2}$
„ Façonstücke	18	Rosetten	60
„ Flanschen	18	Retorten	18
Herdguss, allgemein	$2^{1}/_{2}$	Randkessel	30
„ mit Löchern u. Rippen	4	Röhren, stehend gegossen	9
Hemmschuh	12		
Hähne und Hahngehäuse	18		
Hohlguss, allgemein	18		

Gusswaaren-Artikel.	Silbergroschen.	Gusswaaren-Artikel.	Silbergroschen.
Rollen	14	Wellzapfen	14
Säulen, glatt, bis 3 Ctr.	16	Wendeltreppentheile . .	30
„ „ über 4 „	14	Zahnräder, gross, schwer	12
„ decorirt . . .	25	„ mittel, Stirnräder . . .	14
Schmiedeformen . . .	16	„ kleine Rädchen . . .	30
Schwungräder zu Häkselmaschinen	16	„ mit Kernen zu Holzzähnen .	18
Stopfbüchsen	18	Zahnstangen	14
Thürfüllungen	30		
Thürendrücker	80		
Wagenbüchsen	30		
Wirthschaftsöfen, grosse	25	Geschirr, Töpfe u. s. w. .	36

Bemerkungen.

Bei diesen Löhnen sind die Löhne für das Kernmachen und für die Putzer einbegriffen.

Die Kernmacher haben Accord und zwar wird bezahlt, z. B. für gerade, glatte Gasrohrkerne von 9 bis 10 Fuss Länge:

1½ Zoll stark 1½ Silbergroschen,
2 „ „ 2 „
3 „ „ 3 „

u. s. f., für jeden Zoll mehr 1 Silbergroschen mehr Lohn.

Die Putzer erhalten 10 Proc. des von den Giessern verdienten Lohnes; im Accordbuch der Giesser wird zunächst das Kerngeld abgezogen, von dieser Summe bekommen dann die Putzer 10 Proc. und der Rest wird nach Verhältniss den Giessern bezahlt.

Die Cupolofenschmelzer erhalten zusammen vom Centner producirter Gusswaaren 9 Pfennige, und müssen dafür sämmtliche Handarbeiter und Tagelöhner bezahlen.

Beilage IV.

Nachweisung des Förmerlohnes von den Stückgusswaaren der grossen Förmerei zu B..... nach der Benennung.

Stücke.	Gegenstände.	Laut Haupthüttenbuch.	Verkaufspreis à Stück.			Der Gedingetabelle Nr.	Förmerlohn à Stück.			Summa Förmerlohn.		
		Seite	Thlr.	Sgr.	Pf.		Thlr.	Sgr.	Pf.	Thlr.	Sgr.	Pf.
88	Ambösse Nr. 1 . .		—	11	—	25	—	1	3	3	20	—
88	„ „ 2 . .		—	20	—	26	—	2	6	7	10	—
51	„ „ 3 . .		1	2	6	27	—	3	9	6	11	3
29	„ „ 4 . .		1	12	—	28	—	5	—	4	25	—
68	„ „ 5 . .		1	25	—	29	—	6	3	14	5	—
25,990	Console (23,790+2200)		—	6	6	1298	—	1	—	866	10	—
21,289	„ (Splinte) . .		—	5	—	1341	—	1	—	709	19	—
11,925	„ (starke) . .		—	5	—	1340	—	1	—	397	15	—
28	Dampftöpfe		9	—	—	1344	1	17	6	44	10	—
8	Dampfkasten . . .		40	—	—	1343	10	15	—	84	—	—
1	Fenster		6	5	—	209	1	5	—	1	5	—
3	„		8	5	—	212	1	10	—	4	—	—
8	Gestelle		10	—	—	1304	3	—	—	24	—	—
69	„		17	10	—	1305	3	—	—	207	—	—
11	laufende Fuss Gitter		5	—	—	1307	—	25	—	9	5	—
15	Handpressen Nr. 1 .		50	—	—	958	8	15	—	127	15	—
29	„ „ 2 .		55	—	—	959	9	20	—	280	10	—
1	„ „ 3 .		70	—	—	960	11	25	—	11	25	—
373	Isolirköpfe		—	4	6	1207	—	1	6	18	19	6
7	Kamineinsätze . . .		22	—	—	1211	2	25	—	19	25	—
5	„ . . .		26	—	—	1213	3	—	—	15	—	—
30,504	Kappen		—	3	9	1208	—	—	10	847	10	—
35	Kochmaschinen Nr. 1		1	15	—	336	—	12	6	14	17	6
5	„ „ 2		2	15	—	337	—	17	6	2	27	6
10	„ „ 3		2	25	—	338	—	20	—	6	20	—
24	„ „ 4		3	10	—	339	—	22	6	18	—	—
6	„ „ 5		4	10	—	340	—	25	—	5	—	—
15	Kochm.-Platten Nr. 1		2	15	—	1161	—	17	6	8	22	6
15	„ „ „ 2		3	10	—	1162	—	22	6	11	7	6
20	„ „ „ 3		4	5	—	1163	—	25	—	16	20	—
2	„ „ „ 4		6	15	—	1164	1	15	—	3	—	—
	Latus											

Stücke.	Gegenstände.	Laut Haupthüttenbuch.	Verkaufspreis à Stück.			Der Gedingetabelle Nr.	Förmerlohn à Stück.			Summa Förmerlohn.		
		Seite	Thlr.	Sgr.	Pf.		Thlr.	Sgr.	Pf.	Thlr.	Sgr.	Pf.
	Transport											
9	Kochm.-Platten Nr. 5		7	10	—	1165	1	15	—	13	15	—
2	lithograph. Pressen .		193	—	—	1350	34	—	—	68	—	—
1	" " .		240	—	—	1351	42	—	—	42	—	—
1	Ofen		4	15	—	474	1	15	—	1	15	—
15	Packpressen . . .		85	—	—	1219	12	—	—	180	—	—
1	"		155	—	—	1355	20	—	—	20	—	—
1	Pferdestandgitter . .		3	6	—	825	—	25	—	—	25	—
1	" . .		18	15	—	1316	4	15	—	4	15	—
60	Pilaren		2	5	—	1283	—	10	—	20	—	—
6	"		2	10	—	1282	—	10	—	2	—	—
3	Pferdekrippen . . .		3	20	—	797	—	20	—	2	—	—
2	Plinten		8	15	—	1357	1	—	—	2	—	—
24	Plätteisen Nr. 1 . .		1	—	—	526	—	3	9	3	—	—
24	" " 2 . .		1	7	6	527	—	4	—	3	6	—
24	" " 3 . .		1	20	—	528	—	5	—	4	—	—
48	" " 4 . .		2	10	—	529	—	6	3	10	—	—
17	Schnellpressen C . .		180	—	—	1358	36	—	—	612	—	—
5	" D . .		230	—	—	1359	42	15	—	212	15	—
1	" G . .		310	—	—	1360	53	—	—	53	—	—
2	" H . .		350	—	—	1361	60	—	—	120	—	—
2	" T . .		450	—	—	1362	78	—	—	156	—	—
1	Seidenwirkmaschine .		4	—	—	574	1	—	—	1	—	—
29	" .		4	—	—	1125	1	10	—	38	20	—
2	" .		4	15	—	575	1	10	—	2	20	—
5	" .		5	—	—	576	1	10	—	6	20	—
7	" .		5	15	—	1126	1	15	—	10	15	—
3	" .		6	20	—	1127	2	—	—	6	—	—
12,741	12pfündige Shrapnels		—	25	—	304	—	9	6	4034	19	6
6	Treppenwangen . .		60	—	—	1365	17	—	—	102	—	—
103,765	Summa									9523	—	3
40,804	Maschinenstücke im Werthe von 14261. 3. 9 à 33⅓ Proc.									4753	21	3
144,569	Summa									14,276	21	6

Beilage V.

Nachweisung des Förmerlohnes von den Verzierungen und Maschinentheilen der Förmerei pro 1859.

Anzahl der Stücke.	Haupthüttenbuch.	Verkaufspreis à Stück.			Geldwerth der gefertigten Stücke.			Lohnssatz vom Werth $33^1/_3$ Proc.	Summa Förmerlohn.		
	Seite.	Thlr.	Sgr.	Pf.	Thlr.	Sgr.	Pf.		Thlr.	Sgr.	Pf.
4742		—	1	3	197	17	6				
7125		—	2	6	593	22	6				
4393		—	3	9	549	3	9				
5209		—	5	—	868	5	—				
2232		—	6	3	465	—	—				
3143		—	7	6	785	22	6				
2848		—	10	—	949	10	—				
2166		—	12	6	902	15	—				
2811		—	15	—	1405	15	—				
840		—	17	6	490	—	—				
1575		—	20	—	1050	—	—				
913		—	25	—	760	25	—				
777		1	—	—	777	—	—				
255		1	5	—	297	15	—				
137		1	7	6	171	7	6				
252		1	10	—	336	—	—				
187		1	15	—	280	15	—				
65		1	20	—	108	10	—				
65		1	25	—	119	5	—				
321		2	—	—	642	—	—				
2		2	5	—	4	10	—				
77		2	10	—	179	20	—				
85		2	15	—	212	15	—				
193		2	20	—	514	20	—				
96		2	25	—	272	—	—				
69		3	—	—	207	—	—				
83		3	10	—	276	20	—				
11		3	15	—	38	15	—				
3		3	20	—	11	—	—				
11		4	—	—	44	—	—				
4		4	10	—	17	10	—				
		Latus									

Anzahl der Stücke.	Haupt-hütten-buch.	Verkaufs-preis à Stück.			Geldwerth der gefertig-ten Stücke.			Lohnssatz vom Werth $33^1/_3$ Proc.	Summa Förmerlohn.		
	Seite.	Thlr.	Sgr.	Pf.	Thlr.	Sgr.	Pf.		Thlr.	Sgr.	Pf.
		Transport									
4		4	15	—	18	—	—				
1		4	20	—	4	20	—				
2		5	—	—	10	—	—				
89		6	—	—	534	—	—				
2		8	15	—	17	—	—				
9		9	—	—	81	—	—				
1		9	15	—	9	15	—				
6		10	—	—	60	—	—				
40,804		Summa			14,261	3	9	$33^1/_3$ Proc.	4753	21	3

Beilage VI.

Besondere Bedingungen, unter welchen die Förmer bei der grossen und Kunst-Förmerei der Königlichen Eisengiesserei bei Berlin für das Jahr 1859 gedungen worden sind, als Beilage zu dem Gedinge-Protokolle vom 3. October 1858.

1) Verpflichten sich die Förmer, die Anfertigung sämmtlicher im Laufe der Gedingezeit bereits zum Abguss bestimmten oder noch zu bestellenden Gusswaaren zu besorgen, allen möglichen Fleiss darauf zu verwenden, damit die Gusswaaren gut und ganz so ausfallen, wie die vorhandenen Modelle, die gegebenen Zeichnungen und Beschreibungen es mit sich bringen und den Ausschuss möglichst zu verhüten.

2) Die Förmer sind gehalten, diejenigen und keine andere als solche Gusswaaren zu bereiten, deren Anfertigung ihnen aufgegeben worden ist. Sie müssen also hierunter die Anweisungen des Betriebs-Officianten und der Giesserei-Aufseher genau befolgen, jede Bestellung so schleunig wie möglich erfüllen, und dürfen dabei von der ihnen vorgeschriebenen Ordnung, Zeit und Arbeitseintheilung nicht abweichen.

3) Damit alles Eisen, welches die Oefen, es seien Flamm-, Cupolo- oder Tiegel-Oefen, liefern, zu Gusswaaren vergossen werde, müssen die Förmer, so viel an ihnen ist, dafür sorgen, dass immer eine zureichende Menge Formen vorhanden sind. Muss durch ihre Schuld Roheisen abgestochen werden, welches hätte zu Gusswaaren vergossen werden können, so wird man sie in Strafe nehmen.

4) Die Förmer sind schuldig, die Gusswaarenformen nach der Formart, welche der Betriebsbeamte bestimmt, in Lehm, Masse, Sand, in Kasten oder auf dem Herde u. s. w., anzufertigen, auch die Weisungen anzunehmen und zu befolgen, welche ihnen von dem

Hüttenamte, dem Betriebsofficianten oder Giessereiaufseher hinsichtlich der Betreibung ihrer Arbeit gegeben werden. Unterlassen sie solches, und die Gusswaare missräth, so werden sie ausser dem Verlust des Arbeitslohns noch mit einer besonderen Strafe belegt.

5) In der von dem Hüttenamte gebilligten Vertheilung der Förmerbursche unter die Meister, Förmereivorsteher und Kameradschaften, wie selbige Eingangs des Gedingeprotokolls angegeben ist, darf keine Veränderung willkürlich vorgenommen werden, sondern nur mit Genehmigung des Hüttenamts, welchem letztern aber frei steht, die den Umständen angemessenen Veränderungen im Laufe der Gedingezeit aus eigner Macht anzuordnen.

6) Jeder im Werklohn stehende Förmer ist verbunden, seine Schicht zu halten, und wer sich nicht zu der von dem Hüttenamte oder dem Betriebsofficianten bestimmten Zeit in der Hütte einfindet, oder solche früher, als es ihm von demselben erlaubt ist, verlässt, soll in eine von dem Hüttenamte zu bestimmende Strafe zur Knappschaftskasse verfallen sein.

7) Da die Förmer das Putzen der Gusswaaren wiederum pro 1859 mit übernehmen, so sind sie verpflichtet, sämmtliche Gusswaaren für die in den vorliegenden Lohntabellen enthaltenen Lohnssätze rein zu putzen und erforderlichen Falls zu schleifen, so dass nicht allein der Sand, Lehm und Masse abgerieben, sondern auch alle Flächen rein und glatt und alle Ecken, Kanten und Vertiefungen scharf ab- und ausgerieben, die Eingüsse, Nähte und kleinen Erhöhungen abgemeisselt und von kleinen Gusswaaren erforderlichen Falls abgeschliffen werden. Uebrigens machen sich die Förmer verbindlich bei grösseren Bestellungen, wenn sich die Gegenstände dazu eignen, wegen eines billigeren Formerlohns als solches in ihren Gedingetabellen enthalten ist, sich mit dem Eisengiessereiamte zu vereinigen.

Die erforderlichen Geräthe zum Putzen der Gusswaaren schaffen sich die Förmer für ihre eigene Rechnung an und unterhalten sie.

Die Hülfsarbeiter, welche beim Putzen gebraucht werden, schaffen die Förmer an und lohnen sie, müssen aber, wenn sie solche annehmen oder ablohnen, jedesmal dem Eisengiessereiamte davon Anzeige machen. Unter keiner Bedingung aber dürfen sie solche Leute nehmen, welche wegen irgend eines Vergehens vom Werke entfernt worden sind. Desgleichen müssen sie stets gute und tüchtige Gehülfen nehmen und so wenig wie möglich mit denselben wechseln, weil es beim Putzen der Gusswaaren sehr darauf ankommt, erfahrene Leute zu haben. Unter keinen Umständen dürfen weder die Förmer der grossen noch Kunstförmerei ausserhalb des Werks putzen lassen. Eine Uebertretung dieser Vorschrift wird die sofortige Ablegung des schuldigen Theils zur Folge haben. Endlich müssen die Förmer die von ihnen angenommenen Hülfsarbeiter anhalten, dass sie sich in den Arbeitstagen zur bestimmten Zeit auf dem Werke einfinden, um dadurch zu vermeiden, dass sie gleichzeitig andere Arbeit ausserhalb des Werks annehmen.

8) Für missrathene Gusswaaren, die Veranlassung zum Missrathen mag sein, welche sie wolle, wird kein Lohn bezahlt. Es wird den Förmern strenge untersagt, Risse, Gruben, Sacklöcher oder andere fehlerhafte Stellen an den Gusswaaren mit Blei auszugiessen, mit Kitt auszufüllen, zu verschmieren oder auf irgend eine Weise zu verstecken; vielmehr sind sie verpflichtet, den Betriebsbeamten bei der Besichtigung und Abnahme der Gusswaaren dergleichen Fehler anzuzeigen und ihn darauf aufmerksam zu machen.

9) Nachdem die Gusswaaren gehörig geputzt sind, haben die Förmer selbige an den dazu bestimmten Orten bis zur Abnahme ordentlich aufzustellen. Die Abnahme geschieht an gewissen von dem Hüttenamte festzusetzenden Tagen, oder wenn dasselbe es sonst für gut findet. Die Ablieferung der Gusswaaren an die Käufer muss jedesmal durch die Hände der Officianten gehen, und kein Förmer darf sich beikommen lassen, den etwa auf dem Werke anwesenden Käufern selbst Gusswaaren auszuhändigen, widrigenfalls er

nicht nur für die Bezahlung derselben verhaftet bleibt, sondern noch ausserdem nachdrückliche Bestrafung zu gewärtigen hat, sollte er auch den Vorgang sogleich dem Betriebsofficianten angezeigt haben und kein Verdacht einer beabsichtigten Veruntreuung obwalten.

10) Bei der Abnahme werden die Gusswaaren auf das Genaueste untersucht werden, und die Stücke, welche sich nicht ganz vorschriftsmässig und völlig fehlerfrei angefertigt finden, sollen zerschlagen und zum Roheisen geworfen, mithin nicht bezahlt werden. Sollten aber dennoch fehlerhaft gegossene Stücke unentdeckt in das Magazin kommen, oder sollten die Fehler, sie mögen in Rissen, Sprüngen, Schaum, Sand- und Sacklöchern, oder in unrichtigen Formen und Dimensionen, oder auch in unverhältnissmässiger oder ungleicher Eisenstärke, oder worin es sonst sei bestehen, erst beim Verkauf, bei der Versendung, bei der Bearbeitung im Schleifwerke, der Schmiede, der Schlosserei oder der Emaillirhütte entdeckt werden; so müssen die Förmer dergleichen fehlerhafte Stücke, nachdem solche in ihrer Gegenwart zerschlagen worden, bei dem nächsten Betriebe der Giesserei unentgeldlich in guter Beschaffenheit nachformen und abliefern.

Die Entscheidung, welche Gusswaaren als fehlerhaft zu erklären sind, steht dem Hüttenamte zu, und die Förmer müssen sich dessen Urtheil darüber unterwerfen.

Bei der gegossenen Munition entscheidet die revidirende Artilleriebehörde über die Beschaffenheit; nur für diejenige Munition, welche von derselben für gut anerkannt und angenommen ist, erhalten die Arbeiter, Förmer und Putzer Lohn; es wird ihnen daher ein verhältnissmässiger Theil des Lohns für die abgegossene Munition bei deren Abnahme auf dem Werke inne behalten und erst nach beendigter Revision und Annahme der Munition durch die Artilleriebehörde darüber vollständige Abrechnung mit ihnen gehalten, wobei sie dann entweder das zu viel inne behaltene

nachbezahlt erhalten oder das zu viel erhaltene Lohn zurückzahlen müssen.

11) Das Einbringen der Gusswaaren in die Magazine oder, der Anweisung des Betriebsbeamten gemäss, nach dem Schleifwerke, der Schmiede, der Schlosserei, der Emaillirhütte oder andere Werkstellen müssen die Förmer verrichten. Eben so müssen sie beim Verladen derselben zur Absendung Hülfe leisten und die Gusswaaren sorgfältig verpacken, damit beim Transport nichts zu Bruche gehe. Für diese Arbeiten erhalten sie keine besondere Bezahlung, sondern selbige ist in dem Werklohn mit inbegriffen.

12) Das Werklohn wird nach der in der Anlage beigefügten von den Förmern unterschriebenen Lohnstaxe und der besondern Verhandlung vom 1. August 1858, welche für die Gedingezeit in Kraft bleibt, bei monatlichen Auslohnungen für alle für gut anerkannten und angenommenen Gusswaaren bezahlt. Für Verzierungen und Maschinentheile wird den Förmern $^1/_3$ des Verkaufspreises als Förmer- und Putzerlohn bezahlt. Wenn im Laufe der Gedingezeit andere Arten oder Stücke Gusswaaren von ihnen anzufertigen verlangt werden, wofür in der Lohnstaxe noch kein Lohn bestimmt ist, so bleibt dessen Bestimmung nach billigem Ermessen dem Betriebsbeamten und, im Fall die Förmer damit nicht zufrieden sein zu können glauben, die Entscheidung dem Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vorbehalten. Ausser dem Werklohn empfangen die Förmer an Gedingegeld für das ganze Jahr, und zwar: ein Jeder einzeln zwei Thaler, die eine Hälfte im Januar, die andere im Juli.

13) Für das Werklohn sind die Förmer auch verpflichtet folgende Materialien und Geräthe zur Arbeit aus eignen Mitteln anzuschaffen und zu unterhalten, als: Oel, Lampen, Dochte, Schaufeln, Siebe, Handfeger, Leinwand und sämmtliche zum Putzen nöthige Geräthschaften. Die Kunstförmer erhalten die Feilen aus dem Materialienmagazin.

14) Die Vertheilung des Werklohns wird für die Dauer der Gedingezeit pro 1859 bestimmt, wie dieselbe im Eingange des Gedinges angegeben ist.

Wenn aber im Laufe der Gedingezeit Förmer abgehen oder hinzukommen, oder eine andere Vertheilung des Förmerlohns nothwendig wird, so hat das Hüttenamt solche nach billigem Ermessen zu bestimmen.

15) Wird den Förmern aufs Strengste untersagt, Gusswaaren zum eignen Gebrauch anzufertigen, dergleichen heimlicher Weise in häuslichen Gebrauch zu nehmen, oder wohl gar andern Personen damit auszuhelfen. Bedürfen sie eines oder des andern Stücks in der Haushaltung, so mögen sie sich an das Hüttenamt wenden, und wenn anders die Verabfolgung zulässig ist, wird sie aus den Vorräthen geschehen.

16) Für die Anlehrung der Lehrbursche zum Formen, wenn solche im gewöhnlichen Laufe der Arbeit geschieht, erhalten die Former keine Belohnung; sie sind aber nichts desto weniger verbunden, diese Subjekte nach und nach zu allen Arbeiten anzuführen, und ihnen ihre Handgriffe und Kenntnisse mitzutheilen.

17) Die Förmerbursche sind schuldig, ihren Meistern und denen zu Vorstehern der Kameradschaften bestellten Personen im Dienst und während der Arbeit, Folge zu leisten, sich nach ihren Anordnungen zu richten, und die Arbeit zu führen, wie es ihnen von diesen geboten wird. Alle Widersetzlichkeiten Seitens der Bursche werden strenge geahndet werden, wenn letzteren aber wirklich Ueberlast geschehen sollte, so haben sie sich bei dem Hüttenamte zu beschweren, welches ihnen Genugthuung verschaffen wird.

18) Wenn es nöthig befunden wird, Förmer während der Gedingezeit nach andern Königl. Eisengiessereien zu verschicken, so müssen sie sich dazu unweigerlich bereit finden lassen und daselbst unter eben den Bedingungen arbeiten, welche durch dieses Gedinge festgesetzt sind.

19) An Emolumenten erhalten und benutzen die Arbeiter:

1. der Förmermeister H. E t
freie Wohnung und 3 Klaftern Deputat Torf,
2. der Förmer Fl cke I.
freie Wohnung und 3 Klaftern Deputat Torf,
3. der Förmer N nn I.
freie Wohnung und 3 Klaftern Deputat Torf,
4. der Förmer W r I.
freie Wohnung und 3 Klaftern Deputat Torf,
5. der Förmereivorsteher G r
freie Wohnung und 3 Klaftern Deputat Torf,
6. der Förmer W. A n
keine Wohnung und 3 Klaftern Deputat Torf,
7. der Förmer B dt
keine Wohnung und 3 Klaftern Deputat Torf.

20) Wenn es erforderlich werden sollte Gusswaaren mit Steinkohlentheer abzubrennen, so erhalten die Förmer der grossen Hütte dafür pro Centner 1 Sgr. $10^1/_2$ Pf.

21) Das für jeden Förmer ermittelte Lohn erhält derselbe vom Kassenrendanten ausgezahlt und muss über den Empfang desselben quittiren.

22) Die Materialien und Geräthschaften, welche der Förmermeister im Laufe des Monats anschafft, muss derselbe mit Quittung belegt dem Betriebsbeamten angeben und wird der Rendant bei Auszahlung des Lohnes den Förmern den Betrag dieser Kosten ausführlich mittheilen. In der Kunstformerei ist dies nicht nöthig, da dort jeder Förmer seine Geräthschaften selbst hält und anschafft.

23) Jeden Monat nach beendigter Löhnung werden den Förmern die betreffenden Bücher auf einen Tag zur Durchsicht übergeben werden. Entdecken sie Fehler darin, so müssen sie solche dem Betriebs-

beamten angeben, damit sie im nächsten Monat berichtigt werden können.

(Folgen die Namen sämmtlicher Förmermeister und Förmer.)

gez. — — — —
— — — —
— — — —
— — — —
— — — —
— — — —
— — — —
— — — —
— — — —
— — — —

a. u. s.

gez. J. Sch..dt. gez. N.th.

Beilage VII.

Entwurf eines Gedinges für die Förmer der K. Eisengiesserei hierselbst pro 1864.

Eisengiesserei Gleiwitz, den 23. December 1863.

Die Förmer der Kg. Eisengiesserei arbeiten in 11 Kameradschaften unter 12 Kameradschaftsvorstehern, da die erste Kameradschaft, die der Topfförmer, ihrer Ausdehnung wegen zwei Vorsteher, alle übrigen deren nur einen haben.

Die Kameradschaften sind z. Z.:

I. Topfgiesserei und Falzplatten. W....ch und K.....a.

Ia. Oefen, Oefentöpfe, Wannen. H.....ss.

II. Kunstguss. D.....l.

IIa. Gitter und Bauguss. P.....ky.

III. Koch- und Rahmplatten. K.....o.

IIIa. Heerdguss. L.ch.

IV. Maschinenguss. B.....ng.

V. Façonröhren und Armaturen. R....r.

VI. Masseguss. L.....a.

VII. Currenter Rohrguss. K...e.

VIII. Lehmguss. R...p.

Mit diesen Vorstehern, als den Repräsentanten der Kameradschaft, hat das Kgl. Hüttenamt für das Betriebsjahr 1864 nachstehendes Gedinge abgeschlossen.

§. 1. Alle von dem Betriebsbeamten aufgegebenen Arbeiten sind nach der Reihenfolge ihrer Aufgabe, wenn nicht besonders eingetragene Ablieferungstermine eine andere Ordnung nothwendig machen, schnell und gut zu erledigen.

Die Vertheilung der in den gesammten Giessereibetrieb hierselbst überhaupt einschläglichen Arbeiten unter die Kameradschaft ist seit Mitte 1862 in solcher Weise festgestellt, dass ungünstigere Arbeit mit ausgiebiger ähnlicher Arbeit stets in dieselbe Kamerad-

schaft fällt und sich gegenseitig compensirt. Ein Protest gegen eine aufgegebene Arbeit ist an sich schon unzulässig und zieht eine Disciplinarstrafe nach sich, würde aber auch durch Wegfall des betreffenden Artikels überhaupt und an eine andere Kameradschaft dem Arbeitsverweigerer den empfindlichsten Schaden bereiten.

§. 2. Die Ausführung der aufgegebenen Gusssachen geschieht in besonderen Fällen nach der Anordnung des Betriebsbeamten, im Allgemeinen aber in der Weise, welche das beste Resultat liefert. Da die Vorsteher der Kameradschaften für das Gelingen und das gute Aussehen des Gusses verantwortlich gemacht werden, so wird erwartet, dass dieselben auch allen Fleiss und Bedacht auf die ihnen aufgetragenen Arbeiten verwenden werden.

§. 3. Es steht indessen dem Betriebsbeamten, dem Gusswaarenabnehmer und in besonderen Fällen auch den Beamten des Produkten-Magazins und denen der Maschinenwerkstatt frei, Gussstücke als unbrauchbar zu cassiren und zu Bruch schlagen zu lassen, die irgend welche Fehler bei der Abgabe, beziehungsweise bei der Magazinirung und der weiteren Bearbeitung zeigen.

In besonders dringlichen Fällen bleibt es hierbei nicht bei der blossen Cassirung des Objekts, sondern es kann der Vorsteher oder der betreffende Arbeiter zu einer Disciplinarstrafe und zur Zahlung der erwachsenen Kosten verurtheilt werden.

§. 4. Für sämmtliche von dem Gusswaarenabnehmer als gut befundene und eingetragene Gusswaaren erhalten die Förmer das in der beifolgenden allgemeinen Lohnstabelle festgesetzten Gedingelohn.

In einzelnen nicht vorherzusehenden Fällen verabredet der Betriebsbeamte ein Lohn mit dem die Ausführung leitenden Vorsteher, dieses Lohn ist aber für spätere ähnliche Fälle nicht als maassgebend anzusehen, da inzwischen sich alle Betriebsverhältnisse geändert haben können.

Die Lohnungen finden allmonatlich statt und zwar den zweiten Sonnabend nach Abschluss des Monats. Ausserdem erhalten die Förmer 10—14 Tage nach der Löhnung eine Abschlagszahlung auf das im laufenden Monat bereits verdiente Lohn, deren Höhe der Betriebsbeamte nach der ungefähren Leistung bemisst.

§. 5. Für das Förmerlohn sind die Förmer auch verpflichtet, folgende Materialien und Geräthe zur Arbeit aus eigenen Mitteln anzuschaffen und zu unterhalten, als: Oel, Lampen, Dochte, Schaufeln, Siebe, Nägel aller Art, Pinsel, Bürsten; dagegen wird denselben aus dem Materialienmagazin geliefert: Graphit, Feilen und der sonst etwa vorkommende Bedarf.

Die Siebe und Nägel unterliegen der Aufsicht des Betriebsbeamten in Betreff ihrer technischen Brauchbarkeit und ist derselbe befugt, schlechte Siebe und unbrauchbare Nägel bei wiederholtem Verbot und erfolgter Disciplinarbestrafung confisciren und vernichten zu lassen.

Jeder Kameradschaftsvorsteher ist verpflichtet, allmonatlich bei Einreichung der Lohnslisten auch die Geldbeträge der angeschafften Materialien, mit Quittung versehen, beizubringen. Bei Unterlassung dieses tritt Disciplinarbestrafung ein.

§. 6. Die Lohnsermittelung findet für den einzelnen Arbeiter auf verschiedene Weise statt.

In den Kameradschaften I, Ia, II, III und VII, bei der Fabrikation der Geschirre, Kochringe und Falzplatten, Oefen, Oefentöpfe und Wasserwannen, bei dem Feinguss und dem currenten Röhrenguss, sind die Vorsteher verpflichtet, für jeden einzelnen ihrer Leute ein Arbeitsconto aufzuhaben, nach welchem sie Ende des Monats dem Betriebsbeamten das nothwendige Material zur Lohnung zusammenstellen können.

Bei den übrigen Kameradschaften, IIa, IIIa, IV, V, VI und VIII, dem Herdguss, Gitter- und Bauguss, Maschinenguss, Armatur- und Façonröhrenguss, Masse- und Lehmguss, führen die Vorsteher nur eine Schich-

tennachweisung ihrer sämmtlichen Mannschaften und die Vertheilung des für jede Kameradschaft im Ganzen ermittelten Lohnes geschieht im doppelten Verhältniss: einmal nach bestimmten Participationsantheilen, dann nach der Zahl der verfahrenen Schichten.

Die Participationsantheile werden durch den Betriebsbeamten nach Rücksprache mit dem betreffenden Vorsteher festgesetzt und sind veränderlich.

§. 7. Gegen die Richtigkeit der Lohnsvertheilung kann nur bei dem Betriebsbeamten Einspruch erhoben werden. Im Fall sich einer der Förmer beklagen wollte, der zu den im §. 6 zuerst genannten Kameradschaften gehört, so hat er sich lediglich an den Vorsteher zu halten, da derselbe verpflichtet ist, seine Lohnsnachweisung erst mit den Leuten durchzugehen, ehe sie dem Betriebsbeamten zur weiteren Veranlassung eingereicht wird.

Sollten bei den übrigen Kameradschaften in der Vertheilung Fehler oder Irrthümer vorgekommen sein, so müssen dieselben dem Betriebsbeamten gemeldet werden, um im nächsten Monat eine Compensation hierfür eintreten zu lassen.

§. 8. Die Auszahlung im Einzelnen übernehmen wie bisher die Vorsteher, doch sind dieselben in ihrem eigenen Interesse verpflichtet, hierbei mit der grössten Genauigkeit zu verfahren und sich allein an die im Lohnbuch stehenden Summen zu binden, deren Einsicht sie unter allen Umständen den Förmern jederzeit bereitwilligst zu gestatten haben.

Eine Zuwiderhandlung und die geringste Benachtheiligung eines Arbeiters hierbei wird einer Defraudation gleichgeachtet und kann durch sofortige Entlassung oder Suspension bestraft werden.

§. 9. In allen übrigen Fällen findet die Arbeiterordnung vom ..ten 186.. Anwendung und entschuldigt deren vorgegebene Unkenntniss den betreffenden Uebertreter derselben durchaus nicht, da die genügende Zahl von Exemplaren seiner Zeit vertheilt worden ist.

§. 10. Die Kündigungsfrist anbetreffend, so wird hierdurch eine 14-tägige Kündigung für beide Theile als verbindlich bis auf Weiteres festgesetzt.

Eisengiesserei Gleiwitz, den 23. Decbr. 1863.

gez. W....ch. K....za. H.....ss. D.....l.
P.....ky. K.....o. L.ch. B....ng. R....r.
L.....a. K...e. R...p.

gez. D....,
commiss. Betriebsbeamter der Giesserei.

Vorstehendes Gedinge wird hierdurch in allen Punkten für das Jahr 1864 bestätigt.

Eisengiesserei Gleiwitz, den 29. Decbr. 1863.

(L.S.)
Kgl. Hüttenamt.

Beilage VIII.

Taxe für die Schmiede- und Schlosserarbeiten an bestellten Guss- und Schmiedewaaren zu T......w.

		Thlr.	Sgr.	Pf.
1	An Grabkreuzen:			
	Sockelanbohren à Stück	—	5	—
	Ciseliren bei 2—3½ füss.	—	7	6
	„ „ 4—4½ „	—	9	—
	„ „ 5—5½ „	—	11	—
	„ „ 6 füss. und darüber .	—	15	—
	1 Kopf anbohren	—	5	—
	1 Verzierung anbohren	—	3	—
2	An Schrifttafeln:			
	Ciseliren, Löcher bohren, 2 Schrauben	—	7	6
3	Gitter:			
	Ciseliren und zusammenstellen			
	für kleinere Gitter pro F. u. St. .	—	8	—
	„ grössere „ „ „ „ „ .	—	9	—
	Anschrauben einer Tulpe	—	2	6
	zweimal geschraubt	—	5	—
	Thürbeschlag bis zu 3 Fuss Höhe incl.			
	einflügelig	2	5	—
	zweiflügelich	3	5	—
	über 3 Fuss Höhe			
	einflügelich	2	15	—
	zweiflügelich	3	15	—
4	Oefen:			
	Quintöfen No. 1—5	—	10	—
	Pottöfen No. 1—3	—	10	—
	Saarlouisöfen No. 1—3	—	10	—
	mit ganzem Messingbeschlag . .	—	18	—
	Hopewellöfen			
	mit Messinggriffen u. Eisenknöpfen	1	6	—
	„ ganzem Messingbeschlag . .	1	13	—
	mit Ringen, mehr	—	4	—

		Thlr.	Sgr.	Pf.
4	Oefen			
	Schwärzen der Oefen			
	Quint- und Pottöfen	—	3	—
	Saarlouisöfen	—	3	6
	Hopewellöfen	—	5	—
5	Ofenröhren			
	mit Gussklappen	—	4	—
	mit Reinigungsthüren	—	7	—
6	Zargen			
a	Kittzargen $^{9}/_{12}$	—	16	—
	" $^{5\frac{1}{2}}/_{12}$	—	11	—
b	gehobelte Zargen mit inwend. Balken			
	$^{9}/_{12}$	1	3	—
	$^{5\frac{1}{2}}/_{12}$	—	20	—
c	mit auswend. Balken			
	$^{9}/_{12}$	1	20	—
	$^{5\frac{1}{2}}/_{12}$	1	5	—
d	mit Hebel $^{9}/_{12}$	1	—	—
	" " $^{5\frac{1}{2}}/_{12}$	—	20	—
e	für Zusammenfeilen $^{9}/_{12}$	—	7	6
	" " $^{8}/_{9}$	—	7	—
	" " $^{5\frac{1}{2}}/_{12}$	—	5	—
f	Röhrthürzargen $^{9}/_{12}$	—	5	—

Abzüglich von 15 Proc. Rabatt.

Beilage IX.

Lohns-Taxe für den Hüttenschmied zu Hüttenwerk T......w.

		Thlr.	Sgr.	Pf.
	I. Nach dem Pfunde.			
1	Gröbere Schmiedearbeiten, als: Karren- und Wagenbeschläge, Keile, grössere Ketten, Schrauben über 3 Pfund ohne Schnitt	—	2	10
2	Kleinere Arbeiten, als: Waageschalenketten u. s. w.	—	3	6
3	Beschläge an eisernen Formkasten mit gefüllten Stiften pro Pfd.	—	3	6
4	Nägel von 6 Zoll Länge und darüber pro Pfund	—	3	3
	II. Nach dem Stücke.			
1	1 Schraubenschnitt mit Mutter; durch die Bank, pro Schnitt . . .	—	2	6
	Förmerei-Geräthe:			
2	1 Lehmeisen, umzuwenden	—	—	10
	1 „ zu schweissen	—	—	7
	1 Pfannenstiel zu schweissen. . . .	—	2	6
	1 Sandschaufel ohne Blatt	—	7	6
	1 Giesspfannenbeschlag zu repariren, zu verlegen und anzunieten . . .	—	15	—
	1 Modellschraube	—	5	—
	1 Holzschraube	—	5	—
	1 Lehmmesser	—	5	—
	1 Wrange zum Krahndrehen . . .	—	3	9
	1 Stellschraube dazu	—	5	—
	1 Putzeisen zu verstählen	—	2	6
	1 „ zu schärfen	—	—	7
	1 neuer Hartmeissel (verstählt) . . .	—	5	—
	1 „ „ zu verstählen . .	—	1	3

	Thlr.	Sgr.	Pf.
1 neuer Hartmeissel zu schärfen . .	—	—	3
1 neuer Krätzer (verstählt)	—	8	6
1 „ „ zu verstählen . . .	—	2	6
1 „ „ zu schärfen	—	—	7
1 neuer Putzhammer (verstählt) . . .	—	10	—
1 „ „ zu verstählen .	—	2	6
1 „ „ zu schärfen . .	—	—	7
1 neue Formgabel	—	6	—
3 1 neue Holzaxt	1	22	—
1 „ „ zu verstählen . . .	—	15	—
1 „ „ aufzustauchen . . .	—	5	—
1 Kohlenharke mit 7 Zähnen u. 2 Ringen	—	10	—
1 Zahn dazu	—	1	3
1 neue Haue u. Picke zum Eisensteingraben (verstählt)	—	24	—
1 dergl. zu verstählen	—	3	9
1 dergl. zu schärfen	—	—	7
1 Kopfring an einer Kohlenkarre . .	—	1	3
1 Zapfen an einem Karrenrade . . .	—	1	3
1 neues Beil (verstählt)	1	—	—
1 Wassereimer zu beschlagen mit 2 Bändern, 2 Oesen, 1 Henkel . . .	—	17	—
1 Handbütte mit 2 Bändern	—	10	—
1 Feuerhaken „ „ „	—	15	—
Schmiedearbeiten zur Munitionsförmerei; Munitionsformkasten			
1 Stück 50pfdgr. Bombenkasten . .	1	15	—
1 „ 25pfdgr. „ . .	1	6	—
1 „ 10pfdgr. Granatenkasten . .	1	10	—
1 „ 7pfdgr. „ . .	1	10	—
1 „ Handgranatenkasten . . .	1	—	—
1 „ Spiegelgranatenkasten . . .	1	—	—
1 „ Formkasten zu 12- u. 24pfdgn. Kanonenkugeln	1	—	—
1 „ Formkasten zu 3- u. 6pfdgn. Kanonenkugeln	—	25	—
1 Schaake zu 7- u. 10pfdgn. Granaten	—	—	$2^1/_2$
1 „ zu 25- u. 50pfdgn. Bomben	—	—	$4^1/_2$

	Thlr.	Sgr.	Pf
1 Stift zu 7- u. 10pfdgn. Granaten .	—	—	2
1 „ zu 25- u. 50pfdgn. Bomben .	—	—	3
1 „ zu Hand- u. Spiegelgranaten .	—	—	2
1 Splint zu Hand- u. Spiegelgranaten (Kernen)	—	—	3
1 Stück 7- u. 10pfdge. Granatenspindel	—	17	6
1 „ 25- u. 50pfdge. Bombenspindel	—	20	—
1 „ Hand-u.Spiegelgranatenspindel	—	12	6
Diverse Gegenstände			
1 Gabelpfanne mit 1 alten Beschlage zu beschlagen	—	10	—
1 Gabelpfanne neu zu beschlagen, wenn das Eisen dazu geliefert wird à Pfd.	—	1	5
1 neue Steinpicke	—	24	—
1 alte „ zu verstählen	—	10	—
1 „ „ zu schärfen	—	1	—
1 neuer Mauerhammer	—	15	—
1 alten „ zu verstählen .	—	2	6
1 „ „ zu schärfen . .	—	—	6
1 Plätteisen zu beschlagen	—	16	3
Uhrgewichtsösen pro Stück	—	—	1½
„ stärkere, pro Stück .	—	—	2
Bügeleisengriffe			
grössere	—	6	—
mittlere	—	4	—
kleinere	—	3	—
Nägel			
1 Schock 5zöll. Nägel von 4 Pfd. . .	—	15	—
1 „ 6zöll. „ „ 7 „ . .	—	25	—
1 „ 7zöll. „ „ 9 „ . .	1	—	—
1 „ 8zöll. „ „ 11 „ . .	1	5	—
1 „ 9zöll. „ „ 13 „ . .	1	12	—
1 „ 10zöll. „ „ 15 „ . .	1	20	—

Beilage X.

Teschen, am 1. März 1863.

Preis-Courant

der

Erzherz. Industrial-Verwaltung

in

Teschen,

k. k. Schlesien,

von den Erzeugnissen der erzherz. Eisenwerke

in

Schlesien und Galizien.

Loco Werk per comptant zahlbar in Teschen ohne Verbindlichkeit. Preise in österr. Währung.

											fl.	kr.
	Frühstückofen.											
1 St.		Nr.	1	2	3	4	5	6	7			
„	innenheizbar	fl.	10.50	14.10	18.—	26.—	10.50	30.50	38.—			
„	aussenheizbar	„	—	16.—	10.20	28.—	—	34.—	38.50			
„	innenheizbar mit Steinkohlenheizung	Nr.	1	2	3							
		fl.	25.50	26.50	22.—							
	Holzsaulenofen.											
„		Nr.	0	1	2	3	$3^1/_2$	4	5	6		
„	innenheizbar	fl.	8.30	11.—	12.35	14.50	17.30	25.20	19.60	20.90		
„	aussenheizbar	„	8.80	11.80	13.65	15.90	18.90	27.50	21.25	36.50		
„	mit Kreuzplatte	Nr.	$3^1/_2$	4	5							
„	innenheizbar	fl.	18.90	27.—	21.25							
„	aussenheizbar	„	19.95	29.40	22.75							
„	mit Rechaud (Kochraum)	Nr.	$2^1/_2$ih	ah	Nr. 5ih	ah						
		fl.	19.25	22.—	22.60	25.20						
		Nr.	7 ih									
		fl.	35.40									

		fl.	kr.
1 St.	Saulenofen mit Cokes oder Steinkohlenheizung		
„	„ innenheizbar Nr. 2 3 $3^1/_2$ 4 6		
	fl. 12.75 15.50 18.— 26.— 33.60		
„	„ aussenheizbar Nr. 3 4 6		
	fl. 17.60 29.50 40.40		
„	„ auf Cokesbrand mit Rechaud Nr. $3^1/_2$ ih . . .	20	50
„	Luftheizofen, innenheizbar, rund	22	—
„	„ viereckig	22	—
„	Salonofen Nr. 1 ih ah Nr. 2 ih ah		
	fl. 58.— 62.— fl. 34.— 38.—		
„	Kamin Nr. 1, grosser wälscher, mit Luftheizung	172	—
„	„ „ 2, neuester Form	27	—
	Steinkohlenofen		
„	runde bloss mit Rösten Nr. 00 0 1 2		
	fl. 7.40 8.5 9.80 12.10		
	Nr. 3 4 5 6		
	fl. 16.30 17.15 24.90 30.20		
„	runde mit Kohlenkörben Nr. 00 0 1 2		
	fl. 7.50 8.15 9.90 11.30		
	Nr. 3 4 5 6		
	fl. 16.50 17.35 25.50 32.20		
	Kohlenkörbe		
„	von den Steinkohlenofen separat Nr. 00 0 1 2 3 4		
	à 50 66 60 75 90 90kr.		
	Nr. 5 6		
	fl. 1.80 3.60		
„	Steinkohlenofen, runder mit Rechaud Nr. 1	25	20
„	Schüttofen für Cokesheizung	22	—
„	Kastelofen mit Untersatz Nr. 1 2		
„	„ innenheizbar fl. 18.40 24.70		
„	„ aussenheizbar „ 19.70 26.40		
„	Aufschlagofen, Nr. 1 2		
	fl. 16.40 21.60		
„	Stubenofen innenheizbar Nr. 1 2		
„	„ für Holzheizung . . . fl. 6.60 8.40		
„	„ „ Steinkohlenheizung „ 7.10 9.45		
„	„ mit Kochvorrichtung . „ 8.90 10.15		
„	Schüsselofen mit Steinkohlenheizung Nr. 1 2		
	fl. 7.— 11.—		
„	Militärofen Nr. 1 2 3 4		
„	„ innenheizbar sammt Thür fl. 13.15 15.40 25.— 30.45		
„	„ aussenheizbar . . . „ 16.30 21.50 28.10 34.10		

		fl.	kr.
100 Pf.	Oefen zu Meissnerscher Heizung ab Nr. 1 und 2 fl. 6.80 6.80		
1 St.	Kochofen mit Steinkohlenheizung Nr. 1	13	50
„	Sparöfchen Nr. 1 2		
„	„ mit 2 emaillirten Töpfen fl. 8.— 12.50		
„	„ ohne „ „ „ 5.80 10.30		
„	„ ohne Töpfe und ohne Füsse Nr. 1	5	25
„	Sparöfchentopf separat	1	5
„	Bügelöfchen Nr. 1 2 3 fl. 1.20 2.30 3.15		
„	Wiener Kochherde Nr. 1 2 3 4 5		
„	mit gusseiserner Bratröhre und emaillirter Wasserwanne fl. 27.50 — — — —		
„	mit blecherner Bratröhre und emaillirter Wasserwanne „ — 42.50 35.30 26.— 24.30		
„	ohne Bratröhre mit emaillirter Wasserpfanne . „ — 39.— 32.90 24.10 22.60		
„	Kochherd Nr. 6 mit Bratröhre ohne Wasserwanne . . .	16	50
„	Tischherd Nr. 1 2 fl. 11.40 14.80		
„	„ Nr. 3 mit 2 Heizungen ohne Bratröhren . .	43	40
„	„ „ 3 „ 2 „ und mit Bratröhren .	47	—
„	Frühstückherdchen Nr. 4	7	—
„	Feuerbrücke zum Kochherd Nr. 4 5 fl. 1.45 1.—		
„	Gusseiserne Bratröhre zum Kochherd Nr. 1	2	—
	Beschlagskosten hiervon	—	40
„	Blecherne Bratröhre zu sämmtlichen Kochherden	1	75
„	Wasserwanne emaill. zum Kochherd Nr. 1 2 3 4 5 fl. 4.10 5.60 5.20 4.70 4.40		
100 Pf.	Gitterfelder Nr. 1 2 3 4 5 6 7 8 fl. 6.65 7.— 6.65 6.65 6.65 7.— 7.— 6.65		
„	„ Nr. 9 10 11 12 16 19 20 22 fl. 6.65 7.— 7.— 7.15 6.65 8.60 9.10 8.75		
„	„ Nr. 23 32 33 34 54 56 57 59 fl 7.35 8.40 8.40 8.40 8.40 6.65 7.15 8.5		
„	„ Nr. 61 73 74 90 93 94 95 96 fl. 7.20 13.— 13.— 8.75 9.— 9.— 9.— 7.20		
„	„ Nr. 98 99 100 101 102 fl. 7.70 7.20 9.— 9.— 7.20		
„	Deckleisten zu Gitterfeldern	7	20

		fl.	kr.
100 Pf.	Thorgitter Nr. 13	7	70
„	„ „ 14	9	—
„	„ „ 23 mit einfachem Sockel 5' hoch	8	40
„	„ „ 23 „ doppeltem „ 6' „	9	45
„	„ „ 51 bestehend aus 1 Kapitäl mit Zapfen . .	17	15
„	„ „ 51 „ „ 1 Sockelwinkel mit Gitterstab	8	40
„	„ „ 51 „ „ 1 grossen Verzierung . .	9	45
„	„ „ 51 „ „ 1 kleinen „ . .	14	70
„	„ „ 51 „ „ 1 Säule mit Artischok .	10	50
„	„ „ 58 60 87 88		
	fl. 8.5 8.5 8.40 7.70		
„	Gitterstäbe Nr. 21 24 25 35 36 37 38 39		
	fl. 7.— 7.35 7.35 7.35 8.75 8.90 8.90 7.35		
„	„ Nr. 40 41 42 43 44 45 46 48		
	fl. 8 90 8.— 10.15 8.75 9.80 12.60 10.30 8.40		
„	„ Nr. 49 50 63 64 65 66 67 68		
	fl. 10.15 7.35 10.30 9.45 9.80 9.30 10.15 10.15		
„	„ Nr. 69 70 71 73 75 76 77 78		
	fl. 9.80 11.— 9.80 10.85 7.35 7.35 8.40 8.40		
„	„ Nr. 83 91 93 97 107		
	fl. 10.— 9.10 9.10 10.15 10.15		
„	Lanzengitterstäbe Nr. 52 54 55		
	fl. 8.50 10.15 7.70		
„	Stachetten Nr. 53 56 57 58 106		
	fl. 6.30 9.80 8.75 11.55 8.50		
„	Saulen zu Stachetten Nr. 53 mit schmiedeisernen Quer- und Sockelzapfen	8	35
„	„ zu Lanzenstäben Nr. 54	10	85
„	Lanzenspitzen	12	60
„	Gittersaulen Nr. 21 29 47 55 56 57 58 72		
	fl. 12.80 12.60 13.65 11.20 10.35 10.15 10.70 .13.5		
„	„ Nr. 79 80 81 84 85 86 89		
	fl. 10.5 13.65 11.72 7.20 7.30 9.80 9.80		
	Die Schlosserkosten für die Schmiedeisenzapfen bei den Säulen Nr. 54, 55, 56 und 57 sind in dem Preise schon enthalten.		
„	Palmette Nr. 21 fl. 9.45, Nr. 82 fl. 14.—, Nr. 103 fl. 10.—		
„	„ „ 25	13	65
„	„ „ 25 mit Verlängerung	14	70
„	„ „ 25 „ Wappen	16	80
„	Eckarabesken Nr. 25	8	—
1 St.	Eckpfeiler Nr. 32 mit Vase	52	50
„	„ „ 32 ohne „	44	10

		fl.	kr.
100 Pf.	Balkonträger Nr. 26 27 29 30 31 32 33 34 fl. 7.35 7.35 8.75 7.70 8.75 6.80 7.20 7.20		
1 St.	„ Nr. 28	31	50
100 Pf.	Balkonrost auf 4, 5 und 8' Länge, 3 und 4' Breite . . .	7	70
„	Balkonparquetten auf $13\frac{1}{2}$" □ dann $^{13\frac{1}{4}}/_{15}$"	8	75
„	Balkonplatten	7	15
1 Stufe	Wendeltreppe complet adjustirt sammt schmiedeiserner Spindel Nr. 1 2 3 fl. 7.50 12.60 13.75		
„	Grosse freitragende Treppe à 5' 1" Stufenlänge sammt Träger circa 152 Pfund	14	75
100 Pf.	Treppenplatten	7	70
„	Tragsaulen Nr. 1 Nr. 2 mit Console fl. 9.45 fl. 7.70 „ 2 ohne „ „ 9.45		
„	„ Nr. 3 4 5 6 7 8 9 10 fl. 12.60 10.50 13.65 10.50 12.60 9.80 12.60 12.60		
„	„ Nr. 11 12 13 14 15 16 fl. 12.60 9.— 8.50 9.— 8.70 8.50		
1 St.	Thür- und Thorfüllung mit Löwenkopf	2	30
100 Pf.	Laternenträger Nr. 1 2 3 4 fl. 9.30 9.— 9.— 9.—		
1 St.	Candelaber für Gasbeleuchtung Nr. 1 2 3 fl. 56.70 37.80 27.30 Nr. 4 5 fl. 42.— 25—		
„	Brunnenstock Nr. 1 fl. 21.—, Nr. 2 fl. 11.—, Nr. 3 fl. 10.60 Nr. 4 fl. 17.20.		
100 Pf.	Auslaufröhren zu Brunnenstöcken über 12" lang	16	20
„	„ „ „ unter 12" „	20	—
1 St.	Brunnenverkleidung complet, sammt Vase, Schwengel und Becken	68	25
„	Wasserbecken zum Brunnenständer, roh	10	76
„	„ „ „ emaillirt	12	96
„	Brunnenmuschel	3	60
„	„ emaillirt	5	60
100 Pf.	Fensterrahmen, grosse, nach vorhandenen Modellen . . .	7	20
„	„ kleine, „ „ „ . . .	7	70
„	Fensterflügel Die Beschlagkosten der Fensterflügel werden separat berechnet.	8	50
„	Stallfenster	7	—
„	Mistbeetfenster	7	20
„	Streifpflöcke	8	75
„	Dachfenster Nr. 1 2 fl. 13.— 13.—		

		fl.	kr.
1 St.	Pferdekrippe Nr. 1 2 3 4		
	fl. 6.60 3.70 4.70 5.60		
„	Heuraufe Nr. 1 2		
	fl. 9.65 2.10		
„	Steinkohlenbecken Nr. 1 2		
	fl. 1.40 1.75		
„	Steinkohlenbehälter in Kastenform	8	—
„	Armleuchter	5	20
„	Bilder: Das heilige Abendmahl	2	50
	Die 4 Evangelisten	—	30
	Das heilige Abendmahl, klein	—	30
	Das Madonnabild	—	85
	Das Christusbild in Rahme	1	30
	Das Madonnabild in durchbrochener Rahme . . .	2	10
„	Blumen-Étagére	84	—
„	Blumenständer	10	50
„	Blumenbank mit 2 Abtheilungen fl. 7.80, mit 3 Abtheilungen fl. 10.50		
„	Briefbeschwerer Nr. 1 2 3 4 5 6 7 8		
	fl. 1.5 2.10 2.10 1.50 1.25 1.90 2.30 1.5		
„	„ Nr. 9 10 11 12 13 14		
	fl. 2.30 —.70 1.70 1.70 1.60 1.60		
„	Dessertteller Nr. 1 und 2	—	50
„	Fidibusbecher	1	5
„	Fussschemel	1	30
„	Fusskratzeisen	1	60
„	Gartensessel Nr. 1 2 3		
	fl. 5.70 4.60 3.80		
„	Gartentisch	16	80
1 Paar	Gartenbankgestelle, roh, mit Schrauben und Löchern		
	Nr 1 2 3 4		
	à 42 50 44 32 Pf.		
	fl. 4.— 4.60 4.10 3.50		
	Bei allfälligen Begehr wird für die Sitz- und Lehnbretter in der Länge von 6′ pr. Bank separat 1 fl. und für den Anstrich mit Oelfarben separat 2¼ fl. gerechnet.		
1 Dtz.	Mantelhaken Nr. 1 2		
	fl. 1.25 1.25		
„	Pferdegeschirr-Schlüssel Nr. 3	—	85
„	„ Haken „ 4	—	85
1 St.	Heizrequisitenständer Nr. 1 2		
	fl. 2.10 1.75		
Dtz.	Kleider- und Huthaken Nr. 1 2 3 4 5 6 7		
	fl. 2.50 2.50 2.50 2.10 3.— 3.— 2.20		
1 St.	Altarleuchter	6	—

		fl.	kr.
St.	Leuchter, einfacher	2	60
Dtz.	Messerrasteln .	1	25
St.	Regenschirmhalter Nr. 1 2 3 4		
	fl. 2.30 2.30 2.80 6.65		
„	Stiefelzieher .	—	50
„	Tabakdose, runde, Nr. 1	2	10
„	Whistspielteller	—	17
„	Zigarrenbüchse Nr. 2	2	30
„	Zigarrenaschenbecher, runder	1	5
„	„ mit Muscheln	—	60
„	Mörser sammt Stössel Nr. 1 2 3 4 5 6		
	fl. —.30 —.40 —.45 —.50 —.56 —.65		
0 Pf.	Stössel zu Mörsern	9	50
„	Apothekermörser sammt Stössel Nr. 1 fl. 7.15, Nr. 2 fl. 7.15		
„	Stössel zu Apothekermörsern	6	80
1 St.	Grabkreuz Nr. 1 2 3 4 5 6 7 8		
	fl. 2.60 2.60 4.70 3.70 5.— 4.10 4.70 3.70		
„	„ Nr. 9 10 11 12 13 14 15		
	fl. 4.70. 7.— 15.60 5.50 9.— 4.70 6.70		
„	„ Nr. 16 17 18 19 20 21 22		
	fl. 5.10 10.20 7.60 4.70 3.90 4.90 5.30		
„	„ Nr. 23 24 25 26 27 28		
	fl. 4.90 2.90 5.40 3.70 2.— 10.—		
„	„ Nr. 13 mit Christuskörper und Trauerweide .	12	—
„	„ „ 29 „ „ in Relief	17	30
„	Friedhofkreuz Nr. 11	18	—
„	Altarkreuz mit grossem Christuskörper	56	—
„	Thurmkreuz Nr. 1 2		
	fl. 16.— 26.— mit schmiedeisernem Zapfen.		
„	Kapellenkreuz Nr. 3	20	—
	Die Inschrift auf sämmtlichen Grabkreuzen separat pr. Stück fl. 1.50 bis fl. 2.		
„	Postamentkreuz Nr. 1 2 3 4 5		
	fl. 2.30 3.90 4.20 4.20 31.50		
„	Wandkreuz Nr. 6	—	45
„	Malteserkreuz Nr. 7	—	35
„	Grabplatte Nr. 1	37	80
„	„ „ 2	37	80
„	Grabmonument Nr. 3	67	20
„	„ „ 4	94	50
„	„ „ 5 mit Säulen	199	50
„	„ „ 5 mit Ausfüllungsplatten	210	—
„	„ „ 6	577	50
„	„ „ 7	189	—
„	„ „ 8	131	25

		fl.	kr.
1 St.	Grabmonument Nr. 9 mit gusseisernem Postament . . .	63	—
„	„ „ 10 „ „ Sockel	52	5
„	„ „ 10 „ Epheuvase ohne Sockel . . .	25	2
„	„ „ 10 ohne Vase ohne Sockel	21	—
„	Christuskörper auf Friedhofkreuze Nr. 1 36″ hoch . . .	25	—
„	„ „ „ „ 1 30″ „ . . .	15	3
„	Halber „ in Relief „ „ 1 32″ „ . . .	3	5
„	Christuskörper zu Grabkreuzen „ 2 16″ „ . . .	2	5
„	„ „ „ „ 2 13″ „ . . .	1	4
„	„ „ Postamentkreuzen „ 3 11″ „ . . .	5	2
„	„ „ „ „ 3 9″ „ . . .	1	5
„	„ „ „ „ 3 6″ „ . . .	—	50
„	Spottschrift, grössere fl. —.30, kleinere fl. —.25.		
„	Inschriftstafel auf Grabkreuze ohne Inschrift mit Epheu .	—	65
„	„ „ „ „ „ „ Lorbeerblatt	—	55
„	„ „ „ „ „ byzantinische	—	75
„	„ „ „ „ „ engl. gothische	1	5

Vorstehende Inschriftstafeln alle ohne Unterschied mit gegossener Aufschrift fl. 2.30 pr. Stück.

„ Inschriftsplatten

Nr.	1	2	3	4	5	6
fl.	5.—	3.—	2.30	4.—	8.—	2.30

„ Biegeleisen, hohles mit 2 Klumpen

Nr.	1	2	3	4
fl.	1.75	2.10	2.45	2.80

„ Italienische volle Biegeleisen

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
	1¾	2	2½	3	3½	4	6	7 Pf.
	48	50	55	65	70	75	90	95 kr.

„ Schneiderbiegeleisen

Nr.	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	3½	4	5	6	7	8	9 Pf.
fl.	—.90	—.95	1.5	1.15	1.25	1.40	1.50	1.60

Nr.	11	12	13	14	15	16
	10	11	12	13	14	15 Pf.
fl.	1.70	1.80	1.90	2.—	2.10	2.20

„ Hutmacherbiegeleisen Nr. 1 fl. —.85, Nr. 2 fl. 1.5

„ Hutmacherkrämpeneisen

Nr.	1	2
fl.	—.70	—.80

„ Sparherdheizthürl

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
	4	4½	5	6	7	8	9	10″ hch.
	5	6	7	8	9	10	12	15″ brt.
fl.	—.75	—.85	—.95	1.5	1.15	1.25	1.70	2.—

„ „ mit Rahmen

Nr.	1	2	3	4
	4″½‴	4″/7‴	5″/2‴	6″/2‴ hoch
	5″/2‴	6″/2‴	7″/2‴	8″/2‴ breit
fl.	—.75	—.85	—.95	1.5

Sparherdheizthürl mit Rahmen

Nr.	5	6	7	6
hoch	7''/3'''	8''/2'''	9''/2'''	10''/2'''
breit	9''/2'''	10''/2'''	12''/1'''	15''/1'''
fl.	1.15	1.35	1.70	2.—

Ofenheizthürl

Nr.	1	2	3	$3^1/_2$	4	5	6
fl.	1.15	1.35	1.35	1.70	2.–	1.70	2.50

Halbrunde Heizthürl zu Steinöfen

Nr.	2	3	4	5
fl.	—.85	—.95	1.5	1.15

Rauchfangthürlrahmen sammt gegossenen Thürlplatten

	$6^1/_4/_{14}$''	$8^1/_4/_{12}$''
fl.	—.92	1.15

Sparherdrahmen

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
auf	18	21	24	27	30	33	36'' Falzplatt.
fl.	1.85	2.15	2.45	2.80	3.22	3.70	4.20

Gewichte, adjustirt mit Ringen und Ohren nach Wiener und Prager Muster

à	$^1/_8$	$^1/_4$	$^1/_2$	1	2	3	4	5 Pfd.
fl.	—.8	—.10	—.12	—.16	—.24	—.32	—.40	—.48

à	10	15	20	25	50	100 Pfd.
fl.	—.90	1.15	1.50	1.85	3.40	6.30

Wird deren Cimentirung besorgt und diese billigst berechnet.

	fl.	kr.
Bratröhre aus Platten zusammengesetzt		
Nr. 1 18'' tief mit Thürl und Beschlag . . .	3	75
„ 2 21'' „ „ „ „ „ . . .	4	50
„ 3 24'' „ „ „ „ „ . . .	5	60
Bratröhrenbestandtheile	7	70
Darröfen und andere Feuerkästen	7.70	9.80
Falzplatten, schwache	6	—
„ „ mit einem Loch sammt Einsätzen .	6	50
„ „ „ zwei Löchern	7	—
Falz- und Lochplatten von $^1/_2$—$^3/_4$'' Stärke um 20 kr. billiger.		
Einsätze separat zu Lochplatten	8	50
Rauchplatten	5	80
Herdplatten	5	50
Feuerböcke	6.30	8.90
Dreifüsse Nr. 1 fl. 6.80, Nr. 2 fl. 6.80.		
Herdgrübeln	7	35
Heizhälse, ganze fl. 8.15, halbe fl. 8.60.		
Herdplatten ohne Falzen	5	80
Hutmacherfilzplatten 18, 20, 21, 24 und 33''	6	60
Kaminschieber	6.30	-6.80
Oefen, runde aller Art, auf Verlangen in Lehm	8.80	-10.80
Rostbalken, massive	6	30
Roststäbe, grosse fl. 5.80, hohle von fl. 7.10 bis fl. 8.—, kleine fl. 6.30.		

		fl.	kr.
100 Pf.	Röste mit flachen Stäben fl. 6.—, mit halbrunden Stäben fl. 6.30		
„	Rosetten zu Oefen	12	
„	Thürlknöpfe	12.40 -1	
„	Unterlagsstäbe unter die Platten	6	
„	Windöfchen	8	
„	Spodiumtöpfe	6.50-7.	
„	Spodiumröhren	7	

1 St. Wasserkessel

Nr.	0	1	2	3	4	5	6	7
à	40	50	60	70	80	100	120	150
fl.	2.—	2.50	3.—	3.50	4.—	5.—	5 50	6.50

Nr.	8	9	10	11	12
à	170	200	250	300	350 Quart Inhalt
fl.	7.50	8.50	10.50	12.50	14.—

		fl.	kr.
100 Pf.	Seifensiederkessel Nr. 1 2′ D. 1′ 6″ Tiefe	6	
„	„ „ 2 2′ 3″ D. 1′ 6″ Tiefe	6	
„	Hutmacherkessel à 18 . 21 . 24 . 27″ oberer Durchmesser		

	$15^1/_4$	16	$17^3/_4$	$19^1/_4$″ Tiefe

à fl. 7.20

		fl.	kr.
„	Tiefkessel à 240 Quart Inhalt	6	
„	Alaunkessel 3′ 6″ D. 2′ tief	6	
„	Retortenkessel 12″ D. 6″ tief fl. 7.70, 14″ D. 7″ tief fl. 7.70.		
„	Chocoladenkessel $11^1/_4$″ D. $7^1/_4$″ tief	7	
„	Kessel zu Pottasche	7	
„	„ aller Art von besonderer Form, je nach Schwierigkeit und Gewicht	6.80-9.	

1 St. Wasserwanne

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
breit	8	9	10	11	12	$11^1/_2$	$13^1/_4$″
lang	24	26	28	30	32	$26^3/_4$	31″
Maass	15	20	25	30	37	40	60
fl.	4.50	5.10	5.80	6.60	7.50	8.40	10.20

„ „

Nr.	8	9
breit	$13^3/_4$	15″
lang	33	$43^1/_2$″
Maass	65	110
fl.	11.60	15.—

beschlagen mit messing. Pippe

		fl.	kr.
„	Wasserwannen, unbeschlagene, gegen den Preis der beschlagenen um 50 kr., Beschlagen ohne Pippe um fl. 1.30 billiger.		
100 Pf.	Ambösse für Schmiede und Kupferarbeiter	6	
„	Böller mit gebohrten Zündlöchern und ausprobirt		
„	bis 20 Pfund per Stück	9	
„	„ 35 „ „ „	8	
„	über 35 „ „ „	7	

		fl.	kr.
00 Pf.	Biegeleisenklumpen, assortirt	6	50
"	Biegeleisenständer	12	60
"	Dachplatten	11	—
"	Essformen	6	50
"	Essplatten und Essbrüste (Essberge)	6	40
"	Hämmer	6	30
"	Hoyer- oder Rammklötze	6	50
"	Steinschlägel	6	50
"	Uhrgewichte mit Ohren über 1/2 Pfund schwer	7	35
"	" 1/8, 1/4, 1/2 Pfund schwer	10	85
"	Wagenbüchsen über 5 Pfund schwer	7	15
"	" unter 5 " "	7	70
1 St.	Waffeleisen	7	45
00 Pf.	Wagbirnen von 1 Pfund aufwärts mit Ohren	8	50
"	" unter 1 " mit Ohren	11	—
"	Wagentritte Nr. 1 & 2 / 3 / 4 / 5 & 6 / 7 — fl. 15.20 / 10.— / 15.— / 12.60 / 10.—		
"	" Nr. 8—9 & 10 / 11 / 12 & 13 / 14 — fl. 12.60 / 11.— / 10.— / 15.—		
"	Windreuterräder, grosse Getriebe fl. 8.50, kleine Getriebe fl. 11.—		
"	Schnecken, Dreiangel und Muffen hierzu fl. 8.50		
"	Röhren für Gas- und Wasserleitungen		
	von 1" diam. bis 4' lang mit Muffen oder Scheiben	7	70
	" 1 1/2" " " 6' "	7	20
	" 2" " " 6' "	6	80
	" 2 1/2 & 3" " " 6' "	6	60
	" 4, 5 & 6" " 6 bis 8' lang	6	20
	" 8 & 9" bis 6' Länge	6	20
"	Knie- und geschweifte Röhren 1" werden in der oben angegeb. Länge um fl. 1.—		
	1 1/2" " " " " " " " " —.80		
	2, 2 1/2, 3, 4, 5, 6" " " " " " " " " —.50 per Zentner höher berechnet.		
"	Retiraderöhren, gerade, per Klafter 130 Pfund schwer à 9" diam.	7	70
"	Retiradegainzenstücke per Stück 50 Pfund schwer	8	80
"	Retiradedunstschlauchröhren per Klafter 90 Pfund schwer	7	20
"	Ausgussschläuche per Klafter 90 Pfund schwer	7	70
per Schuh	Emaillirungskosten von Röhren nur bis 4' Länge 1 1/2" diam.	—	22
	" 4' " 2" "	—	28
	" 4' " 2 1/4—2 1/2"	—	34
	" 4' " 3"	—	43
	" 4' " 3 1/4—4"	—	65
	" 4' " 4 1/4—5"	—	91
	" 4' " 5 1/4—6"	1	15

		fl.	kr.
per Schuh	Emaillirungskosten von Röhren nur bis 4' Länge 8" diam.	1	80
	„ 4' „ 9" „	2	40
	Ueber 4' Länge um 20 Proc. höher.		
100 Pf.	Schweinfuttergrande Nr. 1 18" lang 9" breit	9	15
„	„ „ 2 29" „	9	15
„	„ „ 3 26" „	9	15
	Diese werden auch emaillirt geliefert.		
	Maschinenguss, je nach Schwierigkeit desselben und nach dem Gewichte der einzelnen Stücke.		

Rohe Poterie

in Wiener Maass.

1 St. Sparherdtöpfe

Nr.	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
fl.	—.9	—.10	—.14	—.15	—.17	—.18	—.20	—.23
Nr.	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4
fl.	—.24	—.25	—28	—.30	—.35	—.42	—.45	—.50
Nr.	4 1/2	5	5 1/2	6	7	8	9	10
fl.	—.52	—.55	—.60	—.65	—.70	—.75	—.80	—.85
Nr.	11	12	13	14	15	16	17	18
fl.	—.95	1.5	1.15	1.25	1.35	1.45	1.55	1.65
Nr.	20	21	25	27	30			
fl.	1.80	1.90	2.30	2.40	2.80			

„ Bauchtöpfe

Nr.	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
fl.	—.9	—.12	—.15	—.17	—.19	—.21	—.22	—.24
Nr.	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4
fl.	—.27	—.30	—.32	—.33	—.36	—.42	—.45	—.50
Nr.	4 1/2	5	5 1/2	6	7	8	9	10
fl.	—.55	—.60	—.65	—.70	—.75	—.85	—.95	1.5
Nr.	11	12	13	14	15	16	18	20
fl.	1.15	1.25	1.35	1.45	1.55	1.70	1.90	2.15
Nr.	22 1/2	25						
fl.	2.30	2.50						

„ Casserole tiefe und halb tiefe

Nr.	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4
fl.	—.9	—.10	—.13	—.15	—.17	—.18
Nr.	1	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	
fl.	—.20	—.25	—.28	—.30	—.35	
Nr.	3	3 1/2	4	4 1/2	5	
fl.	—.40	—.42	—.50	—.52	—.55	

1 St.	Casserole tiefe und halb tiefe	Nr.	5½	6	7	8				
		fl.	—.60	—.65	—.70	—.80				
		Nr.	9	10	11	12	13			
		fl.	—.85	—.90	—.95	1.5	1.10			
		Nr.	14	15	16	17	18			
		fl.	1.25	1.35	1.45	1.58	1.70			
,,	Casserole flache	Nr.	⅛	¼	⅜	½	⅝	¾		
		fl.	—.9	—.10	—.13	—.15	—.17	—.18		
		Nr.	1	1½	1¾	2	2½	3	3½	
		fl.	—.20	—.25	—.28	—.30	—.35	—.40	—.42	
		Nr.	4	4½	5	5½	6	7		
		fl.	—.50	—.52	—.55	—.60	—.65	—.70		
,,	Reine mit und ohne Füsse	Nr.	¼	⅜	½	¾	1			
		fl.	—.12	—.15	—.20	—.24	—.25			
		Nr.	1¼	1½	2	2½	3	3½		
		fl.	—.28	—.30	—.35	—.45	—.50	—.52		
		Nr.	4	4½	5	6	7	8		
		fl.	—.58	—.62	—.65	—.75	—.90	1.5		
,,	Ofentöpfe	Nr.	6	8	10	12	14	16	18	20
		fl.	—.70	—.90	1.5	1.20	1.50	1.60	1.80	2.5
,,	Schlusstöpfe	Nr.	3	4	5	6	8	10		
		fl.	—.60	—.80	—.90	1.10	1.25	1.55		
,,	Banater Reine mit Deckeln	Nr.	3	4	5	6	7	8		
		fl.	—.60	—.90	1.5	1.15	1.30	1.40		
,,	Deckel zu Banaterreinen	Nr.	3	4	5	6	7	8		
		fl.	—.15	—.35	—.40	—.45	—.50	—.55		
,,	Leimtiegel mit hohlen Stielen	Nr.	¼	⅜	½	¾	1			
		fl.	—.21	—.24	—.27	—.32	—.36			
		Nr.	1¼	1½	2					
		fl.	—.40	—.45	—.54					
,,	Bratpfannen	Nr.	6	7	8	10				
		fl.	—.75	—.84	—.93	1.20				

Bemerkungen.

Die Nummern von Oefen, Kochherden, dann Gittern und allen übrigen Artikeln, beziehen sich auf die Nummern, wie solche in den Abbildungen der erzherzoglichen Eisengusswaaren angemerkt sind.

Ausser vorstehenden Gussartikeln übernimmt die erzherzogl. Industrialverwaltung auch Bestellungen auf Gusswaaren nach Modellen oder Zeichnungen, und wird die Appretur ohne Unterschied von allen Gegenständen besorgt, da die Werkstätte hierzu bestens eingerichtet ist.

Die Fracht von den Eisenwerken bis an die Bahnhöfe der a. p. Kaiser Ferdinands Nordbahn in M. Ostrau, Pruchna und Bielitz stellt sich nach Maassgabe der Entfernung von $17^{1}/_{2}$ bis auf 28 Neukreuzer per Centner.

Beilage XI.

Preiscourant der Eisengusswaaren von der K. P. S....r-hütte bei E...n und C...z.

PN. Bei grossen Partien sind die Preise loco Rheinufer bei M....n a/R. unterhalb B.....f.

Benennung der Gusswaaren.	Nach Gewicht oder Stück	in Preuss. Courant Thlr.	Sgr.	Pf.
Alaunpfannen, in Lehm gegossen	Ctr.	5	—	—
Ambosse, im Kasten gegossen	„	4	15	—
„ im offenen Sande	„	4	—	—
Balkons, siehe d. Abbildungen, gewöhnlich	„	5	—	—
Bügeleisen, geschliffen u. mit Beschlag, incl. 2 Stähle, No. 1 ...	Stück	1	10	—
„ „ u. mit Beschlag, incl. 2 Stähle, No. 2 ...	„	1	15	—
„ „ u. mit Beschlag, incl. 2 Stähle, No. 3 u. 4	„	1	20	—
„ „ u. mit Beschlag, incl. 2 Stähle, No. 5 u. 6	„	2	—	—
„ ungeschliffen, ohne Beschlag. .	Pfund	—	4	—
Bügeleisenroste	„	—	5	—
Bügeleisenstähle oder Bolzen, im Kasten gegossen	Ctr.	4	5	6
„ im offenen Sande, in Partien über 10 Ctr.	„	3	15	8
„ im offenen Sande, in Partien unter 10 Ctr.	„	3	26	8
Böller, $1^1/_4$ Fuss lang und circa 75 Pfund schwer, für 4 Loth Ladung	Pfund	—	2	6
Buchstaben u. Ziffern für Inschriften, nach der Grösse verschieden				
Candelaber, decorirte	Stück	60-100		
Capellen, in Lehm gegossen	Ctr.	5	—	—
Feine Eisengusswaaren, nach besondern Preiscourant u. Abbildungen				
Fenstergitter, siehe Gitter				
Flügel- oder Wellbaumzapfen	Ctr.	4	15	—
Fusskratzeisen	„	4	12	—
Gartenwalzen, unbeschlagen	„	5	—	—

Benennung der Gusswaaren	Nach Gewicht oder Stück	in Preuss. Courant Thlr.	Sgr.	Pf.
Gewichte, ungeeicht Pfund	Ctr.			
„ „ ½ „	„	4	18	8
„ „ 1—2 „	„	4	18	8
„ „ 3—4 „	„	4	18	8
„ „ 5—8, 10 „	„	4	18	8
„ „ 20, 25, 30, 50, 55, 110 Pfd.	„	4	12	—
Gitter, Fenstergitter, Thore, Mistbeet- und Treibhausfensterrahmen, Oberlichter, siehe die Abbildungen, gewöhnlich . .	„	5	—	—
Glocken, kleine verschieden, grosse in Lehm gegossen mit Klöppel und Riemen . . .	„	8	15	—
Grabkreuze, s. Monumente				
Grieskasten oder Steinkohlenbehälter		4	5	6
Heerde oder Kochmaschinen, im Kasten gegossen		4	5	6
Heerdplatten, mit oder ohne Oeffnungen, im Kasten gegossen		4	5	6
„ „ im offenen Sande, in Partien über 10 Ctr.		3	15	8
„ „ im offenen Sande, in Partien unter 10 Ctr.		3	26	8
Hippeneisen .	Pfund	—	4	—
Ketten zu Einfriedigungen, gewöhnlich . .	„	—	3	—
Kessel, grosse, für Siedereien, Pfannen, Wasserbecken, Retorten u. s. w. in Lehm gegossen, nach Zeichnung, gewöhnlich	Ctr.	5	—	—
Kochgeschirre, in Kasten gegossen, alle Stücke von 10 Pfd. und darüber	„	4	5	6
„ unter 10 Pfd.	„	4	15	4
„ siehe d. Abbildungen v. Gegenständen zum häusl. Bedarf				
Kochtrommen	„	4	12	—
Lanzenspitzen für Gitter, n. d. Grösse verschieden				
Laternenständer, decorirte, s. d. Abbildgn.				
Leimtiegel, siehe Kochgeschirre				
Löwenköpfe, als Wasserausgüsse	Pfund	—	3	—
Maschinentheile überhaupt, grössere Räder u. s. w. nach Zeichnung im Kasten oder Lehm gegossen, ohne Modellkasten, gewöhnlich	Ctr.	5	—	—
„ kleinere u. schwierige Stücke, oder im trockenen Sande gegossen	Pfund	—	1	8
„ sehr schwere u. einfache Stücke	Ctr.	4	15	—

Benennung der Gusswaaren	Nach Gewicht oder Stück	in Preuss. Courant Thlr.	Sgr.	Pf.
Monumente, Grabdenkmale, Grabkreuze u. s. w. mit Decorationen u. Inschriften, verschieden. S. d. besondern Abbild.				
Mörser, grosse, in Lehm gegossen	Ctr.	5	—	—
„ „ glatt ausgedrehte, nach d. Grösse verschieden				
Oefen, zu Holz- und Steinkohlen-Feuerung, Säulen-, Quint-, Saarlouis-, Urnen-, Saynerkochöfen, glatt oder mit Decorationen, siehe die Abbildungen .	„	3	28	10
„ Circulir- u. Eremitageöfen desgl. . .	„	4	5	6
Oelschlagkasten	„	5	—	—
Plätteisen, ungeschliffen, Griff u. Schleifen extra .	„	3	28	10
Platten, im offenen Sande, in Partien über 10 Ctr.	„	3	9	—
„ „ in Partien unter 10 Ctr.	„	3	20	—
„ Pressplatten u. s. w. im Kasten gegossen, verschieden, gewöhnlich .	„	4	15	—
„ mit Inschriften Aufsetzen der Schrift auf das Metall extra.	Pfund	—	1	8
Pferderaufen	Ctr.	4	5	6
Pferdekrippen	„	3	28	10
Prägstöcke oder grosse Pressständer	„	4	15	—
Pressschrauben mit Muttern gewöhnlich . .	Pfund	—	1	8
Pumpenstiefel, unausgebohrt, Ausbohren extra .	Ctr.	5	—	—
Roste für Oefen, Herde u. s. w. wie Oefen	„			
Roststäbe mit Unterlager, im Kasten gegossen	„	3	28	10
„ „ im offenen Sande, in Partien über 10 Ctr.	„	3	9	—
„ „ im offenen Sande, in Partien unter 10 Ctr.	„	3	20	—
Reibschaalen, in Lehm gegossen, gewöhnlich	„	5	—	—
Räder, grössere, wie Maschinentheile				
„ kleinere, für Spinnereien u. s. w. verschieden				
„ geschnittene, von grösster Genauigkeit, von 3 Zoll bis 5 Fuss Durchm. u. 6 Zoll Kranzbreite, zu verschiedenen Preisen. Siehe Dingler's Polytechn. Journal 1829, Bd. 32, Heft I. Bayr. Kunst- u. Gewerbeblatt 1829, No. 49, S. 676.				
Schmiedeformen	„	3	28	10

Benennung der Gusswaaren	Nach Gewicht oder Stück	in Preuss. Courant Thlr.	Sgr.	Pf.
Schriftplatten, siehe Platten				
Schneidereisen, ungeschliffen, Griff und Schleifen extra	Ctr.	3	28	10
Sonnenuhren, decorirte, mit Untergestell .	Stück	24	—	—
Spühlsteine, im Kasten gegossen	Ctr.	4	5	6
Stanzen, nach Zeichnung oder Modellen verschieden, gewöhnlich	Pfund	—	1	8
Taufsteine, schön decorirte	Stück	430	—	—
Thore u. Treppengeländer, siehe Gitter . .				
Thürgestelle oder Einheitzrahmen	Ctr.	4	5	6
Treppenstufen, im offenen Sande gegossen, in Partien über 10 Ctr. . .	„	3	9	—
im offenen Sande gegossen, in Partien unter 10 Ctr. .	„	3	20	—
„ für Wendeltreppen, im Kasten gegossen	„	5	—	—
Uhrgewichte, im offenen Sande, in Partien über 10 Ctr.	„	3	9	—
„ „ in Partien unter 10 Ctr.	„	3	20	—
„ im Kasten, unter 2 Pfd. incl.	„	4	15	—
„ „ über 2 Pfd.	„	3	28	10
Vasen, nach Zeichnung verschieden, s. d. Abbildungen.				
Waffeleisen .	Pfund	—	2–4	
Wagenbüchsen, kleine, unter 15 Pfd. incl.	„	—	1	8
„ grosse, über 15 Pfd.	Ctr.	5	—	—
Walzen, für Walzwerke, abgedreht, gewöhnl.	„	13	6	—
Wasserröhren, mit Druck probirt, mit Muffen u. Scheiben, von 1 – $1^1/_4$ Zoll Weite	„	4	5	6
„ von $1^1/_2$ Zoll Weite u. darüber	„	3	28	10
Zimmtwaffeleisen, siehe Waffeleisen.				

Ausser den hier benannten Artikeln werden alle ausführbaren Gegenstände, zum Nutzen oder zur Verschönerung dienend, nach Zeichnung oder einzusendenden Modellen übernommen: z. B. Ornamente für bürgerliche oder Prachtgebäude, Säulen, öffentliche oder Privat-Denkmale, Brückenbögen, Maschinentheile u. s. w.

Bei Gegenständen, von denen keine Modelle vorhanden sind, werden die Modellkosten besonders vergütet.

Ein Preuss. Centner enthält 110 Pfund und ist = 51,448 Kilogr. = 91.872 Bayr. Pfund = 109.996 Würtemb. Pfund.

Ein Preuss. oder Rheinl. Fuss ist = 139.13 franz. Linien = 0.31385 franz. Meter = 1.075 Bayr. Fuss = 1.095 Würtemb. Fuss.

Ein Preuss. Quart enthält 64 Cub.-Zoll und ist = 57.723 franz. Cub.-Zoll = 1.1450 franz. Litres.

Beilage XII.

Primanota

über den Materialverbrauch beim Betriebe der Cupolöfen und Flammöfen.

Cupolofen in der Topfhütte. — Cupolofen in der Hochofenhütte.

Nr. der Woche	Tag	Monat	Topfhütte: Gichten-Zahl	Gichten-Einsatz Pfd.	Verbr. Roheisen: Holzkohlenroheisen Pfd.	Cokesroheisen Pfd.	Brucheisen Pfd.	Eingüsse Pfd.	Geschoss Pfd.	Summa Pfd.	Cokesverbrauch Tonnen	zurück erhalt.	Nebenprodukte: Brucheisen Pfd.	Eingüsse Pfd.	Hochofenhütte: Gichten-Zahl	Gichten-Einsatz Pfd.	Verbr. Roheisen: Holzkohlenroheisen Pfd.	Cokesroheisen Pfd.	Brucheisen Pfd.	Eingüsse Pfd.	Geschoss Pfd.	Summa Pfd.	Cokesverbrauch Tonnen	zurück erhalt.	Nebenprodukte: Brucheisen Pfd.	Eingüsse Pfd.
8	17.	Februar	28 12	200 250	—	6000	500	2100	—	8600	12	—	200	1000	37	300	—	9000	150	1950	—	11,100	12	—	150	1850
	18.	„	6 26	200 250	—	6500	200	1000	—	7700	10	—	300	1600	35	—	—	8500	150	1850	—	10,500	12	—	100	2300
	19.	„	43	200	—	6700	300	1600	—	8600	10	—	100	1600	27	—	—	5700	100	2300	—	8100	8	—	300	2100
	20.	„	51	200	—	8500	100	1600	—	10,200	14	2 C.	150	2400	27	—	—	5900	100	2100	—	8100	10	2 T.	300	2100
	21.	„	42	200	—	5850	150	2400	—	8400	12	—	200	2000	25	—	—	5300	100	2100	—	7500	10	—	100	1700
	22.	„	46	200	—	7000	200	2000	—	9200	10	2 C.	200	1800	18	—	—	3600	100	1700	—	5400	8	2 T.	100	1200
		Summa	—	—	—	40,550	1450	10,700	—	52,700	68	4	1150	10,400	169	300	—	38,000	700	12,000	—	50,700	60	4	1050	11,250
9	24.	Februar	10 22	200 250	—	5500	200	1800	—	7500	10	—	150	1600	25	—	—	6200	100	1200	—	7500	10	—	100	1800
	25.	„	31	—	—	6000	150	1600	—	7750	10	—	200	2200	25	—	—	5600	100	1800	—	7500	10	—	200	1600
	26.	„	30	—	—	5100	200	2200	—	7500	8	—	250	1200	29	—	—	6900	200	1600	—	8700	10	—	100	2500
	27.	„	31	—	—	6300	250	1200	—	7750	10	2 T.	200	1800	38	—	—	8800	100	2500	—	11,400	14	2 T.	200	2500
	28.	„	32	—	—	6000	200	1800	—	8000	11	—	200	2000	29	—	—	6000	200	2500	—	8700	10	—	900	1300
	1.	März	36	—	—	6800	200	2000	—	9000	10	2 T.	200	1900	28	—	—	6200	900	1300	—	8400	8	2 T.	100	1500
		Summa	192	—	—	35,700	1200	10,600	—	47,500	59	4	1200	10,700	174	—	—	39,700	1600	10,900	—	52,200	62	4 C.	1600	11,200
10	3.	März	34	250	—	6400	200	1900	—	8500	11	—	100	1600	25	300	—	5900	100	1500	—	7500	10	—	200	1800
	4.	„	38	—	—	7800	100	1600	—	9500	12	—	200	2200	23	—	—	4900	200	1800	—	6900	10	—	100	2000
	5.	„	37	—	—	6800	200	2200	—	9200	13	—	150	2200	32	—	—	7500	100	2000	—	9600	10	2	600	1700
	6.	„	39	—	—	7400	150	2200	—	9750	10	2	100	2400	31	—	—	7000	600	1700	—	9300	12	—	200	2100
	7.	„	40	—	—	7500	100	2400	—	10,000	12	—	200	2200	31	—	—	7000	200	2100	—	9300	12	—	100	2000
	8.	„	43	—	—	8350	200	2200	—	10,750	13	—	500	2000	32	—	—	7500	100	2000	—	9600	10	2	300	2500
		Summa	231	250	—	44,300	950	12,500	—	57,750	71	2	1250	12,600	174	300	—	39,800	1300	11,100	—	52,200	64	4	1500	12,100
11	10.	März	31	250	—	5250	500	2000	—	7750	9	2	300	2200	32	300	—	6500	300	2500	—	9600	12	—	100	1600
	11.	„	39	—	—	7250	300	2200	—	9750	12	—	200	2300	39	—	—	10,000	100	1600	—	11,700	14	—	200	2500
	12.	„	34	—	—	5250	950	2300	—	8500	11	—	500	2000	31	—	—	6600	200	2500	—	9300	10	2	100	1400
	13.	„	30	—	—	5000	500	2000	—	7500	8	2	150	2100	26	—	—	6300	100	1400	—	7800	10	—	200	2000
	14.	„	5 29	250 300	—	7700	150	2100	—	9950	11	—	450	2100	30	—	—	6800	200	2000	—	9000	12	—	1000	1800
	15.	„	32	300	—	7050	450	2100	—	9600	11	—	100	1900	31	—	—	7700	100	1800	—	9300	10	2	200	2000
		Summa	200	—	—	37,500	2850	12,700	—	53,050	62	4	1700	12,600	189	300	—	43,900	1000	11,800	—	56,700	68	4	1800	11,300
12	17.	März	28	300	—	6400	100	1900	—	8400	8	2	600	1500	30	300	—	6800	200	2000	—	9000	12	—	100	2000
	18.	„	32	—	—	7500	600	1500	—	9600	10	—	200	2300	31	300	—	7200	100	2000	—	9300	12	—	200	2200
	19.	„	38	—	—	8900	200	2300	—	11,400	13	—	500	2100	31	300	—	6900	200	2200	—	9300	10	2	100	2300
	20.	„	39	—	—	9100	500	2100	—	11,700	11	2	350	2200	31	300	—	6900	100	2300	—	9300	12	—	100	2000
	21.	„	41	—	—	9750	350	2200	—	12,300	13	—	600	2200	26	300	—	5700	100	2000	—	7800	10	—	200	1900
	22.	„Feiertag	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	142	—
		Summa	178	—	—	41,650	1750	10,000	—	53,400	55	4	2250	10,300	149	1500	—	33,500	700	10,500	—	44,700	56	2	842	10,400
13	24.	März	36	300	—	7950	600	2250	—	10,800	10	2	250	2000	35	300	—	8400	200	1900	—	10,500	12	—	100	1500
	25.	„Feiertag	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.	„	47	—	—	11,850	250	2000	—	14,100	15	—	500	2250	29	—	—	7100	100	1500	—	8700	10	—	200	2700
	27.	„	55	—	—	13,750	500	2250	—	16,500	16	—	600	2800	36	—	—	7900	200	2700	—	10,800	12	2	200	2500
	28.	„	53	250	—	9850	600	2800	—	13,250	14	2	500	2000	32	—	—	6900	200	2500	—	9600	12	—	100	2400
	29.	„	55	—	800	9550	500	2000	900	13,750	16	—	500	2250	30	—	—	6500	100	2400	—	9000	10	2	200	2500
		Summa	246	—	800	52,950	2450	11,300	900	68,400	71	4	2350	11,300	162	300	—	36,800	800	11,000	—	48,600	56	4	800	11,600
14	31.	März	40	250	—	7250	500	2250	—	10,000	12	2	300	2200	32	300	—	6900	200	2500	—	9600	12	—	100	2600
	1.	April	43	—	—	8250	300	2200	—	10,750	14	—	500	2300	41	—	—	9600	100	2600	—	12,300	16	—	150	2700
	2.	„	35	—	—	5950	500	2300	—	8750	12	—	100	1600	43	—	—	10,050	150	2700	—	12,900	14	2	200	2800
	3.	„	37	—	—	6450	1200	1600	—	9250	10	2	300	1500	35	—	—	7500	200	2800	—	10,500	12	—	150	2200
	4.	„	44	—	—	9200	300	1500	—	11,000	14	—	200	1200	37	—	—	8700	150	2250	—	11,100	11	—	300	2400
	5.	„	39	—	—	8350	200	1200	—	9750	13	—	300	2375	30	—	—	6300	300	2400	—	9000	10	2	200	1900
		Summa	238	—	—	45,450	3000	11,050	—	59,500	75	4	1700	11,175	218	300	—	49,050	1100	15,250	—	65,400	78	4	1100	14,650

I. und II. Flammofen in dem Lehmformhause. — III., IV. und V. Flammofen in der Flammofenhütte.

Nr. der Woche	Tag	Monat	I./II.: Objekt	Verbr. Roheisen: Holzkohlenroheisen Pfd.	Cokesroheisen Pfd.	Feineisen Pfd.	Brucheisen Pfd.	Tümpeleisen Pfd.	Summa Pfd.	Kohlen Tonnen	Erzeugtes Brucheisen Pfd.	Erzeugtes Tümpeleisen Pfd.	III.–V.: Objekt	Verbr. Roheisen: Holzkohlenroheisen Pfd.	Cokesroheisen Pfd.	Feineisen Pfd.	Brucheisen Pfd.	Tümpeleisen Pfd.	Pfd.	Summa Pfd.	Kohlen Tonnen	Erzeugtes Brucheisen Pfd.	Erzeugtes Tümpeleisen Pfd.
8	17.	Februar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Welle	—	2450	—	III	—	—	2450	$5\frac{1}{2}$	—	800
	18.	„	Cylinder	—	4500	—	—	—	4500	$7\frac{1}{2}$	—	1100	Walze	2000	—	—	III	2000	830	4830	7	—	1100
	19.	„	Kessel	—	2500	—	—	1300	3800	7	—	900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20.	„	Kessel	—	2400	—	—	1400	3800	7	—	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	21.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Walze	1600	—	—	III	2900	—	4500	$6\frac{1}{2}$	—	1000
	22.	„	Deckel	—	1800	—	—	—	1800	5	—	700	Walze K.	2500	7800	—	V	—	—	10,300	$12\frac{1}{2}$	—	5000
		Summa	—	—	11,200	—	—	2700	13,900	$26\frac{1}{2}$	—	3500	—	6100	10,250	—	—	4900	830	22,080	$31\frac{1}{2}$	—	7900
9	24.	Februar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	25.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.	„	Kessel	—	3600	—	I	—	3600	6	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	27.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Walzen	2000	4000	—	—	III	—	6000	$7\frac{1}{2}$	—	2900
	28.	„	Kessel	—	3600	—	I	—	3600	6	—	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.	März	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Summa	—	—	7200	—	—	—	7200	12	—	1100	—	2000	4000	—	—	—	—	6000	$7\frac{1}{2}$	—	2900
10	3.	März	Boden	—	1800	I	—	—	1800	5	—	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4.	„	Cylinder	—	4500	I	—	—	4500	7	—	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Walzen	4800	1500	—	—	V	—	10,500	11	3035	6000
	6.	„	Kessel	—	1700	I	—	2100	3800	6	—	600	—	—	4200	Altes Stück		—	—	—	—	—	—
	7.	„	Kessel	—	2600	I	—	1000	3600	6	—	700	—	—	1000	Walzenst.		—	—	—	—	—	—
	8.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Walzen	2100	1000	—	—	III	900	5000	$6\frac{1}{2}$	—	1000
		Summa	—	—	10,600	—	—	3100	13,700	24	—	2700	—	6900	7700	—	—	—	900	15,500	$17\frac{1}{2}$	3035	7000
11	10.	März	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Walzen	1400	3000	—	III	1100	—	5500	7	—	1600
	11.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12.	„	Boden	—	1800	I	—	—	1800	5	—	650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.	„	Armblei K.	—	1500	I	—	1300	2800	6	—	400	Walzen etc.	3000	1200	—	V	4300	—	8500	11	—	2500
	14.	„	Kessel	—	2800	I	250	650	3700	6	—	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15.	„	Cylinder	—	4700	I	—	—	4700	7	—	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Summa	—	—	10,800	—	250	1950	13,000	24	—	2450	—	4400	4200	—	—	5400	—	14,000	18	—	4100
12	17.	März	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Roh	650	1850	—	—	—	III	2500	$5\frac{1}{2}$	—	1000
	18.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19.	„	Kessel	—	2000	I	—	1800	3800	6	—	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20.	„	Kessel	—	2700	I	—	900	3600	6	—	650	Walzen	1150	2900	—	1300	2050	V	7400	$10\frac{1}{2}$	—	4000
	21.	„	Boden	—	1800	I	—	—	1800	5	—	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	22.	„Feiertag	Cylinder	—	3250	I	1450	—	4700	7	—	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Summa	—	—	9750	—	1450	2700	13,900	24	—	3000	—	1800	4750	—	1300	2050	—	9900	16	—	5000
13	24.	März	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Walzen	1700	(4)	—	4300	—	—	6000	8	—	1400
	25.	„Feiertag	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.	„	Kessel	—	1600	—	—	2200	3800	7	—	850	—	—	—	—	—			—	—	—	—
	27.	„	Boden	—	1000	—	I	2000	3000	$6\frac{1}{2}$	—	650	—	—	—	—	—	starke Stücke		—	—	—	—
	28.	„	Cylinder	—	5000	—	—	—	5000	7	—	1400	—	—	—	—	—			—	—	—	—
	29.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Walzen	4500	V	—	4950	—	—	9450	11	—	4475
		Summa	—	—	7600	—	—	4200	11,800	$20\frac{1}{2}$	—	2900	—	6200	—	—	9250	—	—	15,450	19	—	5875
14	31.	März	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.	April	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	—	—	1700	1800	III	4500	7	—	1150
	2.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4.	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.	„	—	—	1000	—	—	2800	3800	9	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Summa	—	—	1000	—	—	2800	3800	9	—	500	—	1000	—	—	1700	1800	—	4500	7	—	1150

Beilage XIII.

Flammofenschmelzbuch.

Objekt	Januar	Ofennummer	Kohlen	Verbrauchte Materialien: Roheisensätze: Holzk.-Eis.	Cokeseisen	Alteisen	Walzenköpfe	Tümpeleisen	Summa	Produkte: FertigerGuss	Brucheisen	Tümpeleisen
			Tonnen	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd	Pfd.	Pfd.
	10.	I	7½	—	—	4800	—	—	4800		—	900
	13.	I	7	—	4800	—	—	900	5700		—	900
	14.	III	6	—	1200	2300	—	—	3500		—	3350
	15.	I	7	—	3100	—	—	900	4000		—	1050
Kühlungen	16.	III	6	—	2100	—	—	1400	3500		2800	200
Walze	17.	III	6½	3000	—	—	—	1000	4000		—	1100
Kühlungen	„	IV	6½	—	4000	—	—	500	4500		2900	700
Windkasten	20.	III	6½	—	3600	—	—	900	4500		—	1100
Kühlungen	21.	III	6	—	3000	500	—	900	4400		2700	650
Postament	„	I	6	—	1500	—	—	1300	2800		—	900
Kühlungen	22.	IV	6½	—	3300	—	—	1100	4400		—	650
Ff. Walzen	„	III	6½	1800	1800	—	—	1800	5400		—	900
Kühlungen	23.	III	6	—	2500	1000	—	900	4400		—	650
	24.	I	7½	—	4800	—	—	1100	5900		—	1500
Kühlungen	„	III	6	—	3500	—	—	900	4400		—	650
Hartwalze	„	IV	6	2400	—	—	—	1200	3600		—	750
Kühlungen	26.	III	6	—	2800	—	—	1600	4400		—	1200
Kühlungen	28.	III	6	—	2100	600	—	1700	4400		—	1000
Plunger	„	I	7½	—	5500	—	—	1500	7000		—	1050
Dampfcylinder	29.	I	6½	—	2600	—	—	1700	4300		—	850
Kühlungsw.	30.	III	6	—	3000	—	—	1400	4400		—	1000
Cabotte und Kühlungsw.	31	V	12	—	6100	3300	1600	—	11000		—	900
	„	III	7	—	4000	2200	—	300	6500			
	„	III	6	—	3700	—	—	1300	5000			
			150½	7200	69000	14700	1600	24300	116800	*)	8400	21950
Ab				2400								
Zu					2000		400					
				4800	71000	14700	2000	24300	116800		—	—
Bei d. Ausgabe erscheinen				4800	95300		16700		116800			

Das sämmtliche Tümpeleisen ex 62 ist als Cokesroheisen der Giesserei durch die Materialverwaltung zugekommen, daher ein Zusammenwerfen der beiden nothwendig erschien.

Das erzeugte Tümpel- und Brucheisen erscheint danach nur im Bestande.

*) Der fertige Guss kann nur sehr spät dem Gewichte nach ermittelt werden; die Colonne kann aber bleiben, um für einzelne Betriebsperioden einen Vergleich der Oefen möglich zu machen.

Beilage XIV.

Flammofenschmelzbuch und Betriebsnotizen.

I. Lehmformhaus.

9. Januar	9/I	1	Lohgrubencylinder für Moll. Ausschuss. 40 Ctr. Cokesroheisen gaben bei 7 Tonnen Kohlen 38 Ctr. div. Bruch- u. Tümpeleisen von hellgrauem dichtem Korn.
15. Januar	15/I	1	Lohgrubencylinder do. Ausschuss. 30 Ctr. Cokesroheisen und 20 Ctr. 1mal umgeschmolzenes (Bruch-) Eisen gaben bei $7^1/_2$ Tonnen Kohlen $47^1/_2$ Ctr. div. Bruch- und Tümpeleisen von hellgrauem dichtem Korn.
17. Januar	17/I	1	Lohgrubendeckel do. $5^3/_4$ Ctr. Cokesroheisen und $14^1/_4$ Ctr. div. Tümpel- und Brucheisen (1mal umgeschmolzen) gaben bei $6^1/_2$ T. Kohlen 9 Ctr. div. Bruch- und Tümpeleisen von hellgrauem etwas dichtem Korn.
21. Januar	21/I	1	do. do. Ausschuss. 10 Ctr. Cokesroheisen und 9 Ctr. Tümpeleisen gaben bei $5^1/_2$ Tonnen Kohlen 7.95 Ctr. Bruch- u. $7^1/_2$ Ctr. Tümpeleisen von grobhaltiger Beschaffenheit. Ein in jeder Beziehung misslungener Guss.
25. Januar	15/I	2	Kernkörbe zu dem Guss der Entsilberungskessel für Friedrichshütte 40 Ctr. div. Bruch- u. Tümpeleisen, darunter Vieles 1—2mal umschmolzen, gaben bei 7 Tonnen Kohlen 10 Ctr. Brucheisen von grellem Bruch.
27. Januar	17/I	1	Lohgrubendeckel für Moll. 19 Ctr. grobkörnigen weichen Cokesroheisens gaben bei 5 T. Kohlen $6^1/_2$ Ctr. Tümpeleisen von ausgezeichnetem Bruch. Das Eisen glich beim Abstiche dem hitzigsten Cupoloofeneisen.
3. Februar	3/II	1	Kernspindel zu d. Moll'schen C. 46.50 Ctr. Brucheisen (vom 15. Jan.) gaben bei 8 T. Kohlen 12.50 Ctr. hartes Brucheisen.

Beilage XV.

Produktionszusammenstellung.

Balance pro zweites Quartal 1863.

A. Materialien.

		Roh- u. Brucheis. Ctr.	Pfd.	Flammofeneis. Ctr.	Pfd.	Summa Ctr.	Pfd.	T. Cokes	T. Stückkohlen
Material Einnahme	April incl. Bestand	6790	65	195		6985	65	1260	130
	Mai	8772	65	283	45	9056	10	1571	122
	Juni	7696	50	210	—	7906	50	1250	90½
	Summa	23259	80	688	45	23948	25	4081	342½
	Ausgabe ab	23176	30	688	45	23864	75	4081	342½
	Bleibt Bestand	83	50	0	0	83	50	0	0

B. Specification der Ausgabe.

	Cokesroheis. Ctr.	Pfd.	Flofen Ctr.	Pfd.	Summe Ctr.	Pfd.	Zusammen Ctr.	Pfd.	T. Cokes	T. Kohlen
a. Cupolöfen.										
1. Topfhütte.										
April	2185	—	—	—	2185	—			439	—
Mai	3363	—	—	—	3363	—			596	—
Juni	2363	—	—	—	2363	—			498	—
							7911	—		
2. Hochofenhütte.										
April	2882	50	—	—	2882	50			518	—
Mai	3979	—	—	—	3970	—			566	—
Juni	3818	—	—	—	3818	—			520	—
							10679	50		
3. Flammofenhütte.										
April	898	—	—	—	898	—			192	—
Mai	1606	80	—	—	1606	80			404	—
Juni	1432	—	—	—	1432	—			348	—
							3936	80		
							22527	30		
b. Flammöfen.										
April	649	—	136	—	785	—			—	130
Mai	—	—	342	45	342	45			—	122
Juni	—	—	210	—	210	—			—	90½
							1337	45		
Summa Ausgabe	23176	30	688	45			23864	75	4081	342½

C. Darstellung der Betriebsresultate.

1. Bei den Cupolöfen der Topfhütte wurden verschmolzen:

	Roheisen	Eingüsse	Ausschuss	Einsatz	Cokes	Fabrikation:	
Pro April . .	2185 Ctr. Roheisen,	990 Ctr. Eingüsse,	95 Ctr. Ausschuss,	zus. 3270 Ctr. Einsatz	bei 439 T. Cokes	Guss	7022.70 Ctr.
„ Mai . . .	3363 „ „	1124 „ „	163 „ „	„ 4650 „ „	„ 596 „	Eingüsse	2916.00 „
„ Juni . . .	2363 „ „	802 „ „	161 „ „	„ 3326 „ „	„ 498 „	Ausschuss	419.00 „
	7911 „ „	2916 „ „	419 „ „	„ 11246 „ „	„ 1533 „		10357.70 „
				Cokesverbrand pro Ctr. Guss 0.21 T.		Verlust	888.30 „
						Einsatz w. o.	11246.00 „

2. Bei den Cupolöfen der Hochofenhütte wurden verschmolzen:

	Roheisen	Eingüsse	Ausschuss	Einsatz	Cokes	Fabrikation	
Pro April . .	2882.50 Ctr. Roheisen,	559.00 Ctr. Eingüsse,	130.50 Ctr. Ausschuss,	zus. 3572.00 Ctr. Einsatz	bei 518 T. Cokes	Guss	9213.08 Ctr.
„ Mai . . .	3979.00 „ „	586.50 „ „	92.00 „ „	„ 4657.50 „ „	„ 566 „	Eingüsse	1654.50 „
„ Juni . . .	3818.00 „ „	509.00 „ „	93.00 „ „	„ 4420.00 „ „	„ 520 „	Ausschuss	315.50 „
	10679.50 „ „	1654.50 „ „	315.50 „ „	„ 12649.50 „ „	„ 1604 „		11183.08 „
				Cokesverbrand pro Ctr. Guss 0.17 T.		Verlust	1466.42 „
						Einsatz w. o.	12649.50 „

3. Bei dem neuen Cupolofen der Flammofenhütte wurden verschmolzen:

	Roheisen	Eingüsse	Ausschuss	Einsatz	Cokes	Fabrikation	
Pro April . .	898.00 Ctr. Roheisen,	50.00 Ctr. Eingüsse,	160.00 Ctr. Ausschuss,	zus. 1108.00 Ctr. Einsatz	bei 192 T. Cokes	Guss	2596.00 Ctr.
„ Mai . . .	1606.80 „ „	133.00 „ „	85.00 „ „	„ 1824.80 „ „	„ 404 „	Eingüsse	261.00 „
„ Juni . . .	1432.00 „ „	78 00 „ „	99.00 „ „	„ 1609.00 „ „	„ 348 „	Ausschuss	344.00 „
	3936.80 „ „	261.00 „ „	344.00 „ „	„ 4541.80 „ „	„ 944 „		3201.00 „
				Cokesverbrand pro Ctr. Guss 0.36 T.		Verlust	1340.80 „
				„ bei allen Cupolöfen 0.22 T.		Einsatz w. o.	4541.80 „

4. Bei den Flammöfen wurden verarbeitet:

	Roheisen	Tümpel u. Bruch	Einsatz	Kohlen	Fabrikation	
Pro April . .	785.00 Ctr. Roheisen,	— Tümpel u. Bruch des Betriebes,	zus. 785.00 Ctr. Einsatz	bei 130 T. Kohlen	Guss	1352.37 Ctr.
„ Mai . . .	342.45 „ „	453.55 „ „ „	„ 796.00 „ „	„ 122 „	Tümpel	477.00 „
„ Juni . . .	210.00 „ „	381.00 „ „ „	„ 591.00 „ „	„ 90½ „	Brucheis.	173.00 „
	1337.45 „ „	834.55 „ „ „	„ 2172.00 „ „	„ 342½ „		2002.37 „
			Steinkohlenverbrand pro Ctr. Guss 0.25 T.		Verlust	169.63 „
					Einsatz w. o.	2172.00 „

Beilage XVI.

Betriebsresultate bei der Giesserei G....x pro erstes Quartal 1864.

Producirt wurden:

pro Januar	5628.72 Ctr.		
„ Februar	6395.43 „		
„ März	5960.12 „	17984.27 Ctr.	

In Betrieb waren gleichzeitig 3 Cupolöfen und 1 Flammofen. Ausserdem wurde ein Theil der Gusswaaren aus den Hohöfen direkt genommen.

Nach den Erzeugungsarten betrugen die resp. Quantitäten:

	Hohöfen Ctr.	Cupolöf. I Ctr.	II Ctr.	III Ctr.	Flammof. Ctr.
Januar	41.70	2388.53	1756.45	1169.24	272.80,
Februar	24.30	2536.00	2264.43	1308.75	261.95,
März	—	2540.14	2053.62	1019.61	346.75,
zus.	66.00	7464.67	6074.50	3497.60	881.50.

Zusammen:

66.00	aus den Hohöfen,	
7464.67	„ „ Cupolöfen	I,
6074.50	„ „ „	II,
3497.60	„ „ „	III,
881.50	„ „ „	IV,
17984.27	wie oben.	

Die Betriebsresultate bei den einzelnen Oefen stellen sich wie folgt:

I. Cupolofen der Topfhütte.

Es wurden verschmolzen:

	9466 Ctr.	Roheisen,	
	271 „	Brucheisen	vom Betrieb,
	1273 „	Eingüsse	vom Betrieb,
zus.	11010 Ctr.,		

welche bei 1481 Tonnen Cokes 7464.67 Ctr. Guss ergaben, ausserdem die oben bereits aufgezählten Nebenprodukte.

Procente des Einsatzes:

Gusswaaren . .	67.79	Proc.
Ausschuss . .	2.46	„
Eingüsse . .	11.46	„
	81.81	Proc.

Gegen 100 Ctr. Rohre noch nicht abgegeben.

II. Cupolofen der Hochofenhütte.

Es wurden verschmolzen:

	6791.50 Ctr.	Roheisen,	
	202.50 „	Brucheisen	vom Betrieb,
	1384.00 „	Eingüsse	
zus.	8378.00 Ctr.,		

welche bei 1281 Tonnen Cokes 6074.50 Ctr. Guss und die bereits beim Einsatz aufgezählten Nebenprodukte lieferten.

Procente des Einsatzes:

Gusswaaren . .	72.50	Proc.
Ausschuss . .	2.42	„
Eingüsse . .	16.52	„
	91.44	Proc.

III. Cupolofen der Flammofenhütte.

Es wurden verschmolzen:

	4497.00 Ctr.	Roheisen,
	169.50 „	Brucheisen,
	304.00 „	Eingüsse,
zus.	4970.50 Ctr.	Einsatz,

welcher bei 988 Tonnen Cokes 3497.60 Ctr. Gusswaaren und die schon erwähnten Brucheisen- und Eingüsse lieferten.

Procente des Einsatzes:

Guss	70.39	Proc.
Bruch	3.41	„
Eing.	6.14	„
	79.94	Proc.

Circa 300 Ctr. Rohre sind zurückgeblieben.

IV. Flammöfen.

Es wurden verschmolzen:

	1197.27 Ctr.	div. Roheisen,
	61.68 „	Betriebsabfälle,
zus.	1258.95 Ctr.	Einsatz

mit 216 Tonnen Kohlen und ergaben:

881.50 Ctr.	Guss,
294.00 „	Einguss oder Tümpel,
22.00 „	Brucheisen,
1197.50 Ctr.	Produkt.

Procente des Einsatzes:

Guss . .	61.00 Proc.
Bruch . .	23.73 „
Eingüsse .	1.75 „
	86.48 Proc.

Die Arbeiterzahl hat nur in der Giesserei sich verändert, in allen übrigen Werkstätten ist es dieselbe, wie ultimo December 1863.

In der Giesserei arbeiten in 11 Kameradschaften

	12 Meister und
	225 Mann
Sa.	237 Mann

nach der Lohnsliste pro März festgestellt.

Beilage XVII.

Theil eines Jahresgesammtberichts.

Referent: X.

A. Giessereibetrieb.

Der Betrieb der Giesserei gestaltete sich im vergangenen Jahre etwas lebhafter als pro 1860.

Die Produktionssumme war:

42035.61	Ctr.	Roh G. G.
170.17	„	Stg.
3920.70	„	Gg.
46126.48	Ctr.	

Ein bedeutender Theil der Gesammtproduktion wird durch den Gusswaarenbedarf der hiesigen Gasanstalt repräsentirt, und sind in Folge davon kostspielige, aber für die Zukunft belehrende Erfahrungen über den Röhrenguss gewonnen. Daran schliessen sich die für den Magistrat in B...... gelieferten Wasserleitungsröhren jeder Art, ferner eine Bestellung für die Niederschlesisch-Märkische Bahn, in 2 Fuss weiten Rohren bestehend, die gegen Ende des vergangenen Betriebsjahres unmittelbar aus dem Hochofen gegossen wurden. Die Gesammtproduktion belief sich auf 46129.37 Ctr.; die Monatsproduktionsziffern schwanken zwischen 2859 Ctr. und 5482 Ctr. Die letzte Ziffer ist aus der zweiten Hälfte des Jahres, die erste aus dem Jahresanfange.

Für die Maschinenbauanstalt wurden an div. Maschinenguss 6112¼ Ctr. Classen- und 774 div. St. Stückgusswaaren im Totalwerthe von 27,337 Thlr. 23 Gr. 5 Pf. geliefert, worunter sich auch über 2000 Ctr. div. Walzen befinden.

Betreffs der Letzteren, so ist ein Versuch, Walzen von halbirtem Eisen direkt im Sand zu giessen, ge-

macht worden, aber ohne Erfolg. Die Walzen sind als unganz und zu weich dem Werke wieder zur Verfügung gestellt worden.

Dagegen zeigten die unter Anwendung von Holzkohlenroheisen und ohne Zusatz von Feinmetall, in Masseformen aus dem Flammofen dargestellten Walzen verschiedener Grösse bei dem Abdrehen einen gewissen Grad von Härte neben sehr geringer Sprödigkeit und dichtem Korn.

Es ist mit Sicherheit zu erwarten, dass unter Beibehaltung dieser Darstellungsmethode und Berücksichtigung der hiesigen Verhältnisse auch die Fabrikation brauchbarer Hartwalzen gelingt.

Der Betrieb bewegte sich ausser in den vorgenannten Objekten zum grössten Theil innerhalb der engen Grenze currenter Gegenstände.

An Poterie wurden im Jahre 1861 für den Bedarf der Emaillirhütte 55,900 Stück mit 2893.50 Ctr., für den Rohdebit 19,844 Stück mit 1027.20 Ctr. dargestellt.

Daneben noch Falzplatten, Kochherdplatten, Oefen u. s. w. in grösseren ausreichenden Bestellungen.

B. Ofenbetrieb.

In Betrieb waren:

Die Topfhütte, die Hochofenhütte, die Lehmförmerei und die Flammofenhütte.

Bei der ersteren wurden in beiden Cupolöfen 31,688 Ctr. Roheisen durchgeschmolzen und dazu 3372 Tonnen Cokes verbraucht.

Im Cupolofen des Lehmformhauses, der nur selten in Betrieb kommt, sind 1068 Ctr. Roheisen durchgeschmolzen, dazu an Cokes 230 Tonnen verbraucht worden.

Die Cupolöfen der Hochofenhütte verarbeiteten 49,945 Ctr. Roheisen und consumirten dabei 5262 Tonnen Cokes.

Der relative Cokesverbrauch stellt sich hiernach

bei den Cupolöfen der Topfhütte auf 0.7 Kubikfuss pro Ctr. Eisen,
„ „ „ „ Lehmformh. „ 1.5 „ „ „ „
„ „ „ „ Hochofenh. „ 0.7 „ „ „ „

Aus den Cupolöfen wurden von den oben erwähnten 46,129.37 Ctrn. 39,608.41 Ctr. gegossen.

Pro Centner Gusswaare stellte sich danach im Allgemeinen der Cokesverbrauch auf circa 1,6 Kubikfuss.

Die Gusswaarenproduktion betrug 47.8 Proc. des eingeschmolzenen Roheisens, die Eingüsse und das Brucheisen sind unbestimmbar, da beide noch warm dem Betriebe der Oefen von Seiten der Förmer wieder zurückgegeben wurden. Ein Schmelzabgang incl. der nicht weiter verwerthbaren Schaalen kann somit durchaus nicht angegeben werden.

Bei dem Flammofenbetrieb wurden bei 758 Tonnen Kohlen 5372 Ctr. Eisen und 73 Ctr. Bohrspäne in Ziegeln zu 4028.36 Ctr. Gusswaare verarbeitet. Danach berechnet sich der Kohlenaufwand pro Ctr. Einsatz auf 0.97 Kubikfuss, pro Ctr. Guss auf 1.30 Kubikfuss.

Die Gusswaare aus den Flammöfen als Procent des Einsatzes gerechnet, beläuft sich auf 74.

18139	Thlr.	13	Sgr.	5	Pf.
4702	„	5	„	3	„
13437	Thlr.	8	Sgr.	2	Pf.

Das gefallene Tümpeleisen und danach der stattgefundene Abbrand können hier ebensowenig als bei dem Cupolofenbetrieb festgestellt werden.

Beschäftigt waren Ende 1861 in der Hohofenhütte 6 Kameradschaften, in der Lehmförmerei 1, in der Flammofenhütte 1 und in der Topfhütte und Kunstförmerei 13, in Summa 22 Gedingenehmer mit 81 Gehülfen und Burschen.

Für den jetzigen Betrieb ist die angegebene Zahl zu gross, um allen Arbeitern einen ausreichenden und sicheren Verdienst zu gestatten und von denselben eine entsprechende Sorgfalt und Leistung in der Arbeit möglich zu machen.

Das von denselben verdiente Lohn betrug im Laufe des ganzen Jahres 18,139 Thlr. 13 Sgr. 5 Pf., so dass der Mann durchschnittlich mit 17 Sgr. pro Arbeitstag verlohnt worden ist.


Da in Folge der hiesigen Arbeitsverhältnisse anzunehmen ist, dass die Gedingenehmer durchschnittlich $^1/_4$ des verdienten Lohnes erheben, so stellt sich das durchschnittliche Tagelohn der Gehülfen auf kaum 13 Sgr. pro Mann und Schicht, und das der Meister auf 25 Sgr. bis 1 Thlr. 20 Sgr., je nach der Zahl der Gehülfen, die pro Kameradschaft von 3—13 variirt. Dadurch, dass neuerdings bei der Arbeitsvertheilung das Princip festgehalten wurde, ohne Rücksicht auf die Stärke der Kameradschaften die Arbeit gleichmässig zu vertheilen, wird sich nach und nach das Missverhältniss im Lohne einzelner Meister ausgleichen.

Das Putzerpersonal betrug 13 Mann unter der Leitung eines Putzmeisters, und erwuchsen pro 1861 an Putzerlöhnen gegen 2350 Thaler. Der Centner Gusswaare kostet hiernach 1 Sgr. 6 Pf. Putzerlohn; speciell erwachsen pro Ctr. Klassenguss 1—2 Pf., pro Ctr. Stückwaare dagegen 5 Sgr. Putzerlohn.


Druck von A. Th. Engelhardt in Leipzig.

Druckfehler.


S. 420 Z. 3 v. o. Vorsichtsmaassregeln statt Versuchsmaassregeln.
S. 522 Z. 20 v. u. Taf. XXII, Fig. 1–3 st. Taf. XVI, Fig. 13.
S. 523 Z. 3 v. u. Taf. XXII, Fig. 4—5 st. Taf. XVI, Fig. 14.
S. 663 Ueberschrift zu § 447 Emaillen st. Emaillirmaterialien.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meißen.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meißen.




Verlag v. Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann in Meifsen.




Verlag v. Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann in Meiſsen.




E. F. Dürre. gez.
Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann. Meifsen


Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann Meifsen.


Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann. Meifsen.

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 6.
Fig. 11.
Fig. 13.
Fig. 8.
Fig. 10.
Fig. 12.
E. F. Dürre gez.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meiſsen.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann Meifsen




Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.



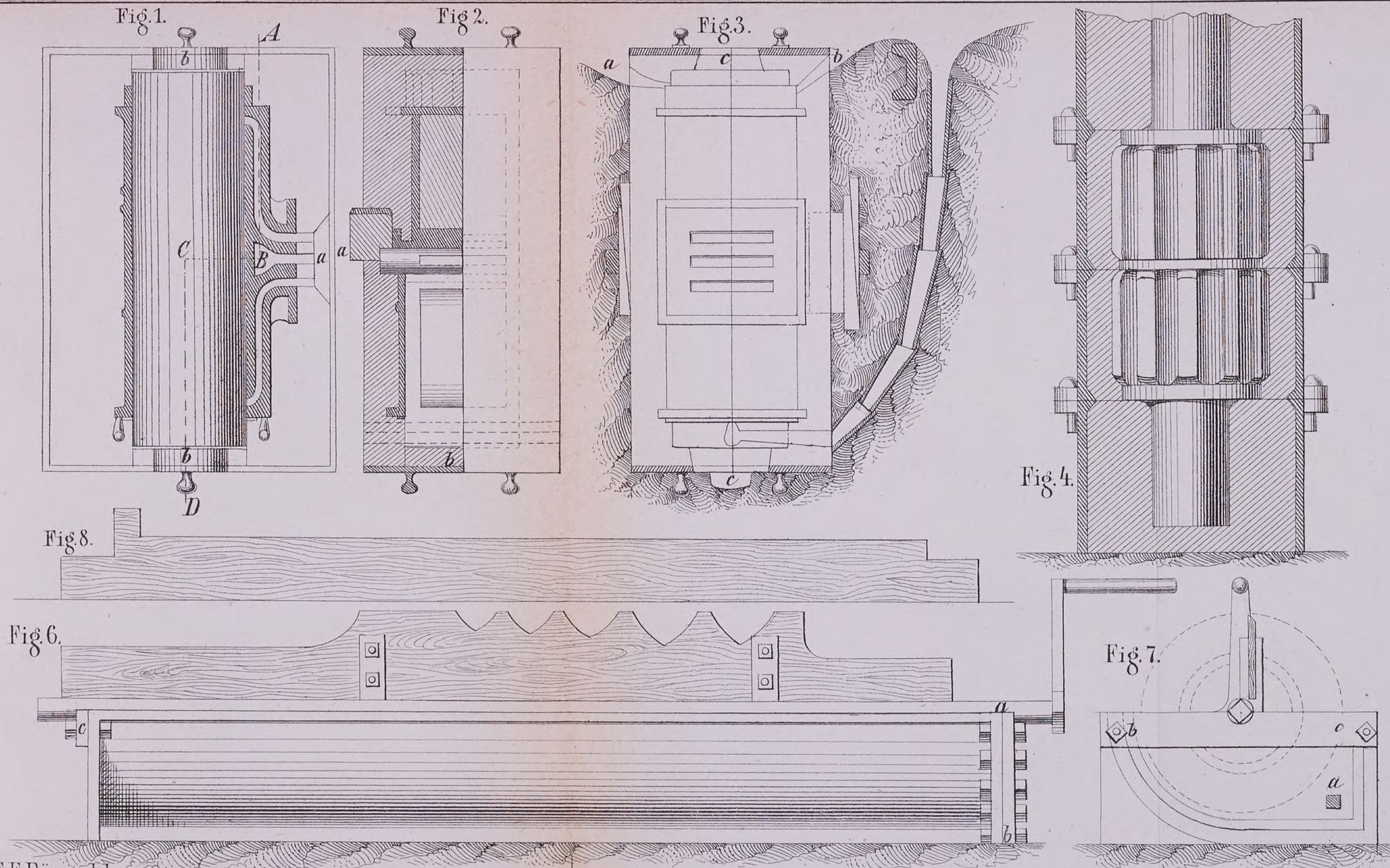
Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann in Meißen.



Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann. Meiſse


Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann. Meißen.


E.F. Dürre, del.


Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann. Meißen.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meissen.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.




Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann. Meissen.



Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.



Verlag von Arthur Felix in Leipzig
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.



Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.

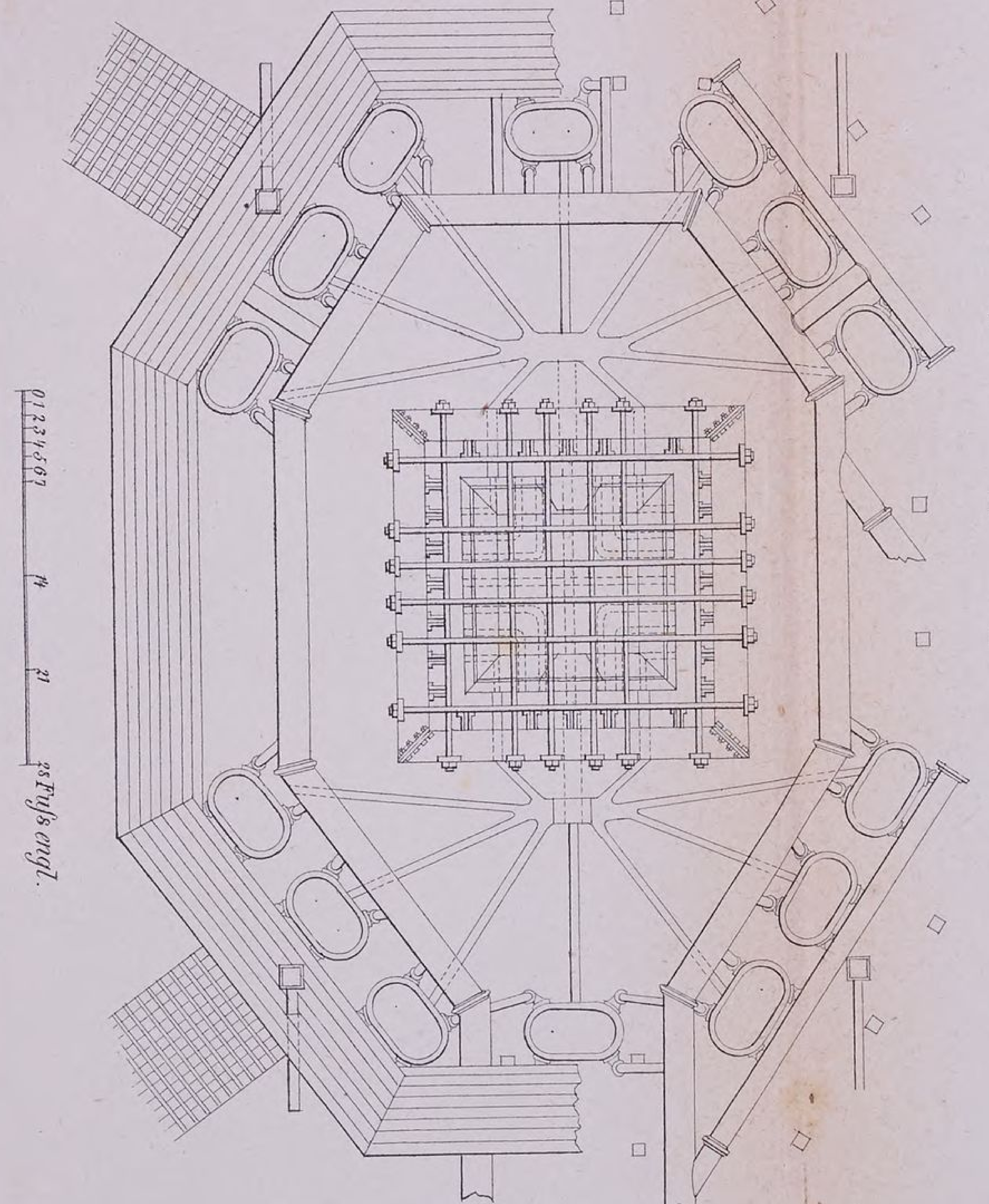


Fig. 2.

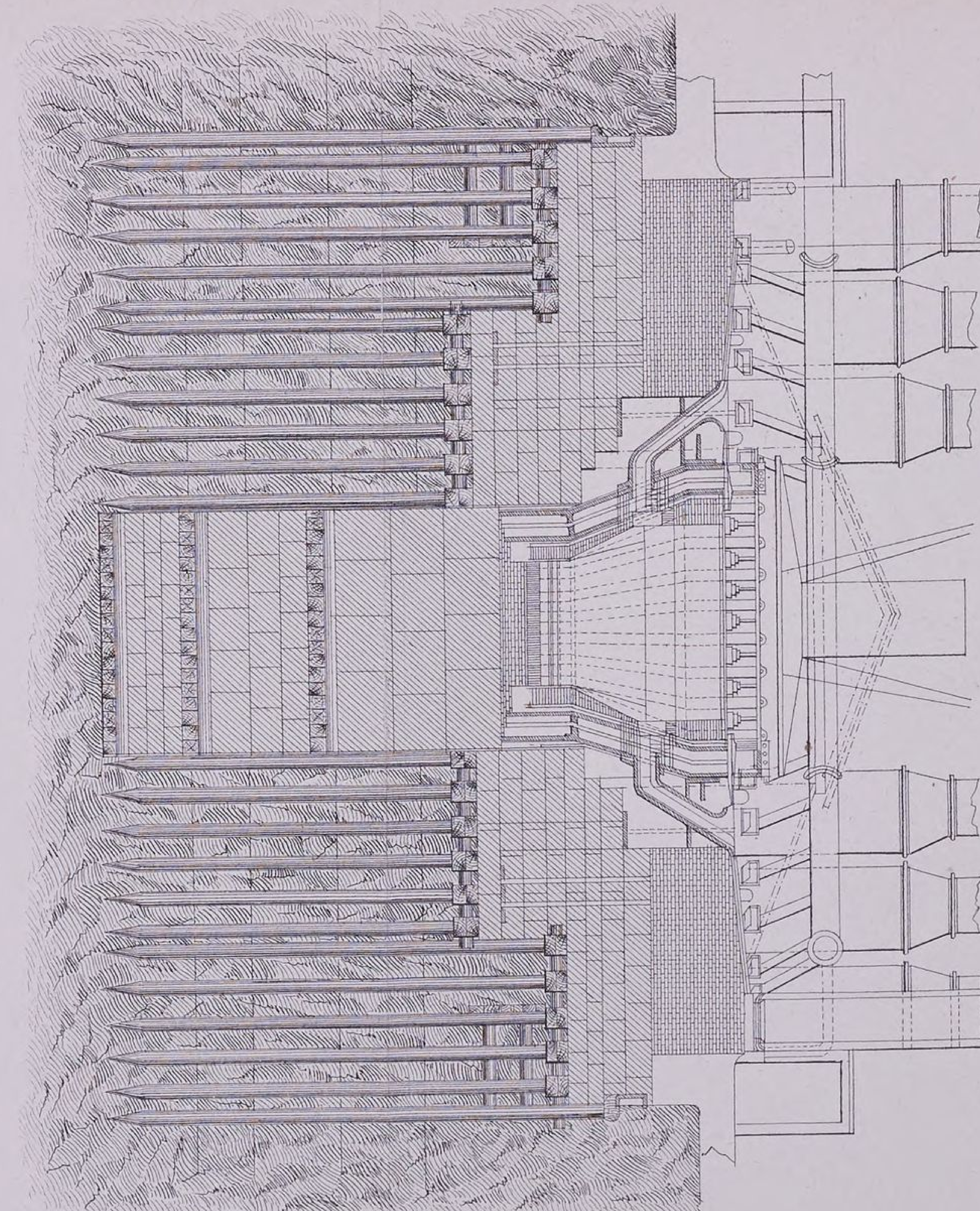



Fig. 1.


E. F. Dürre gez.

Verlag von Arthur Felix in Leipzig

Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meiſsen



Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann in Meiſsen.



Verlag von Arthur Felix in Leipzig. Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.

Fig. 3.

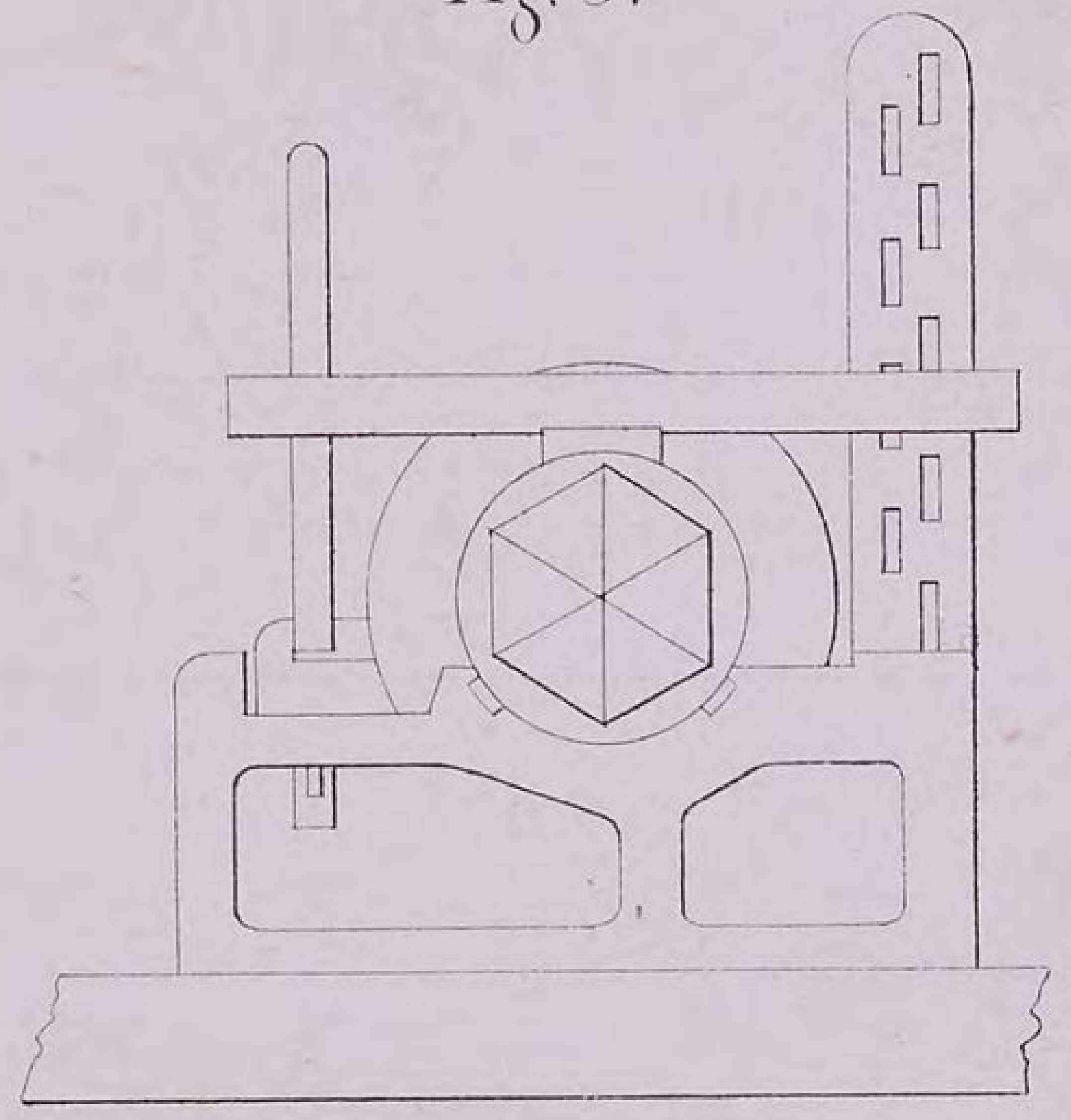


Fig. 1.

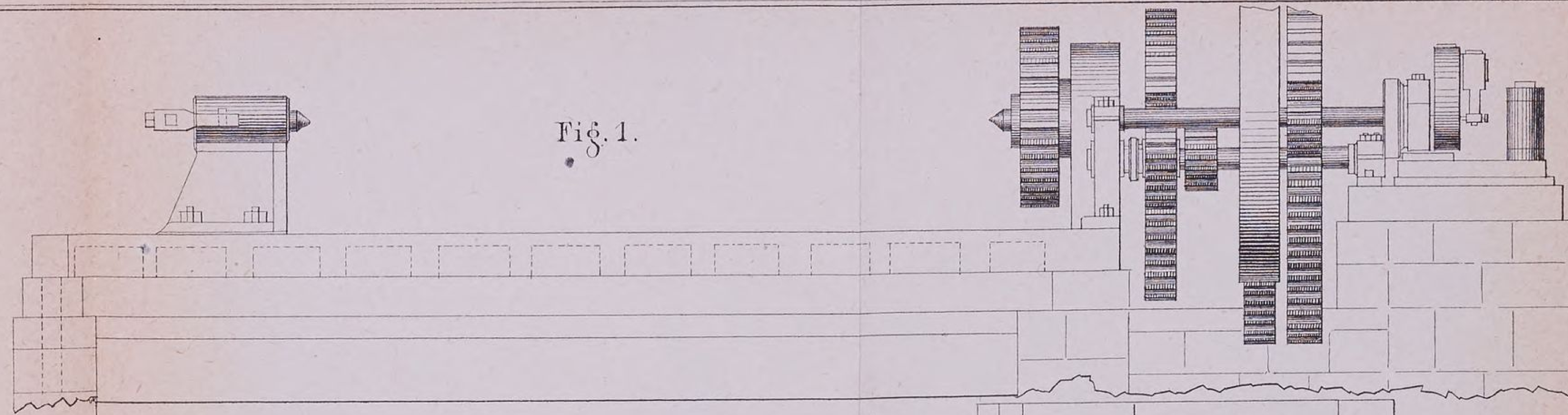


Fig. 2.

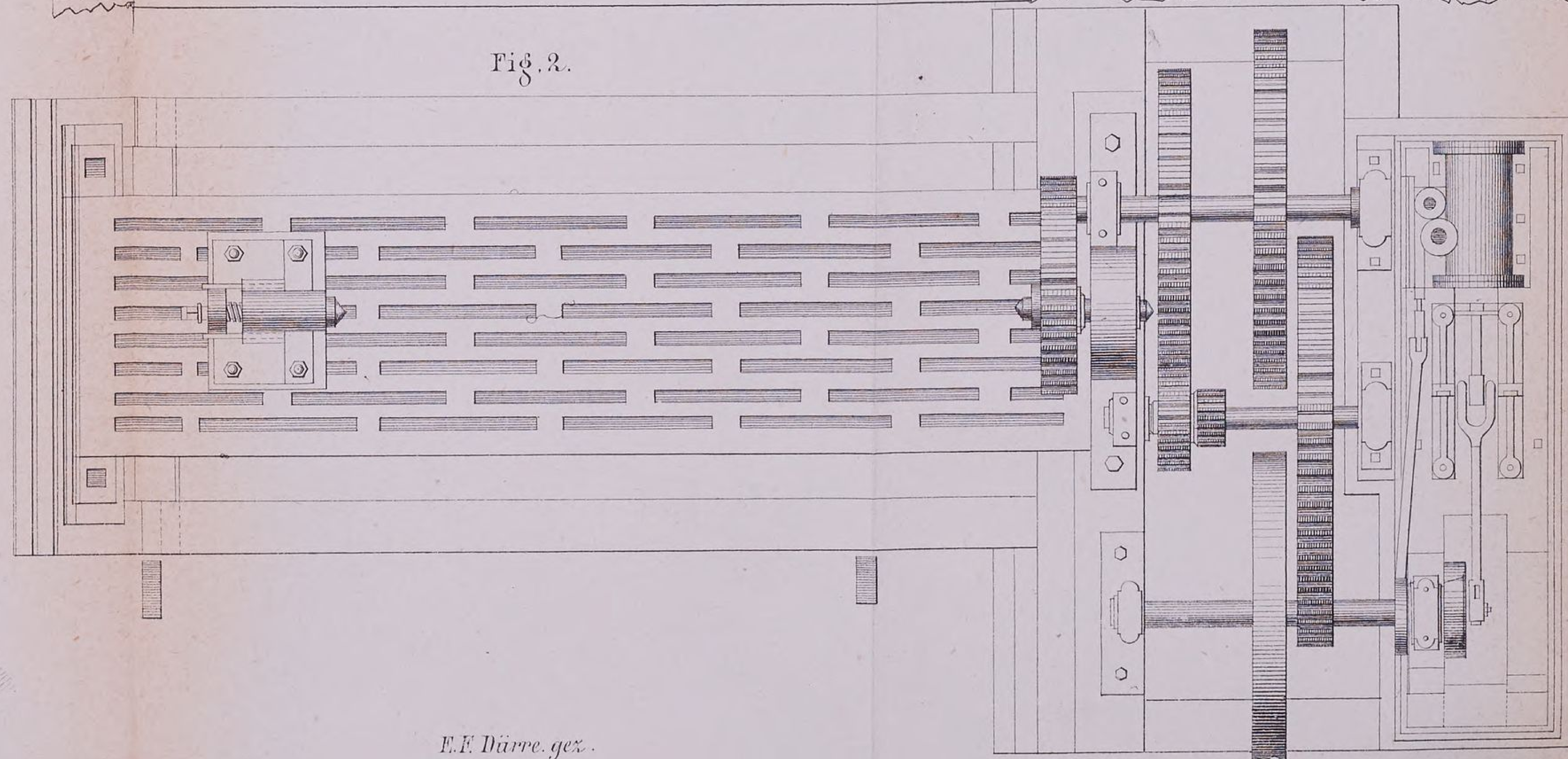
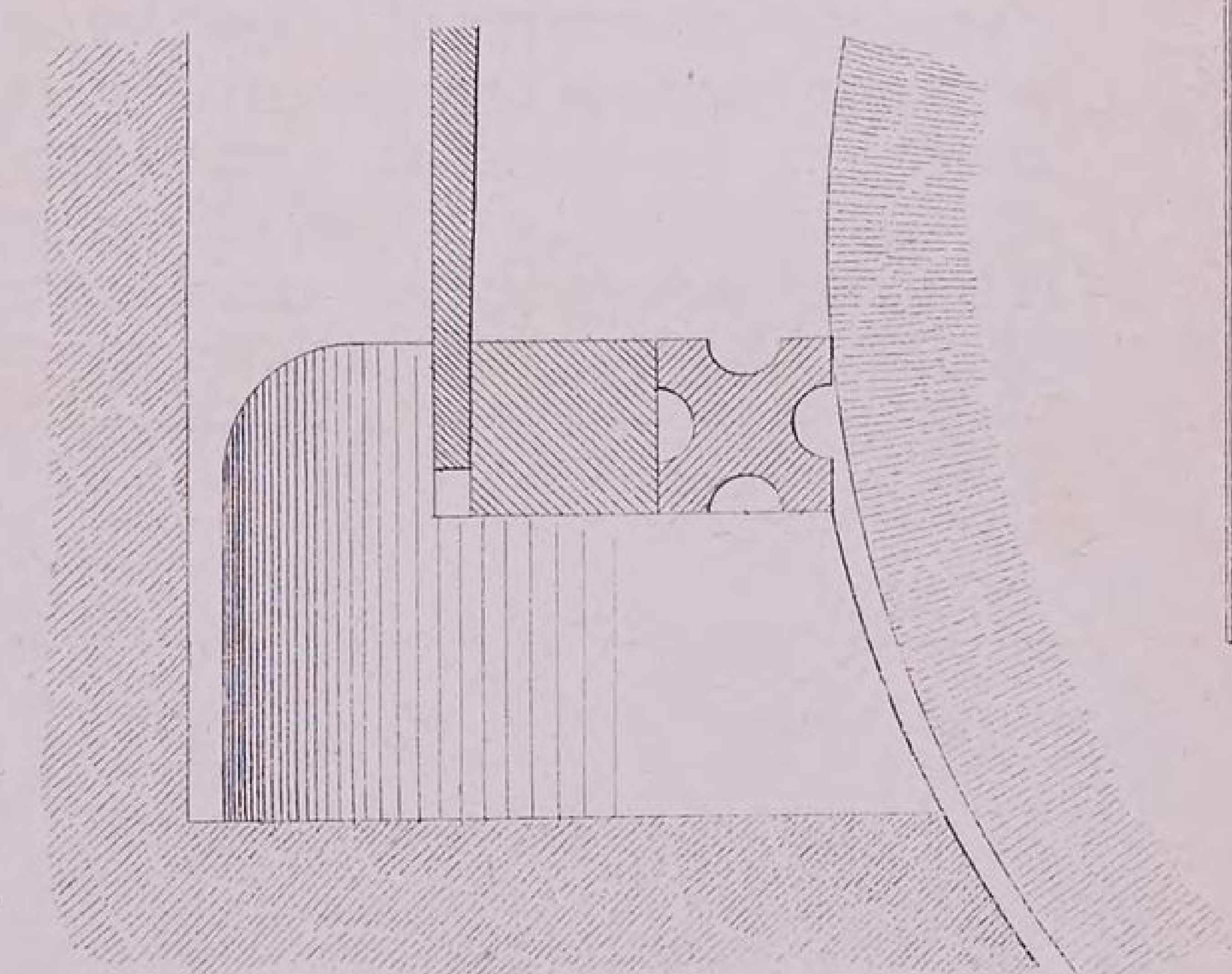



Fig. 4.


F. F. Dürre. gez.

Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.



Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen



Verlag von Arthur Felix in Leipzig.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meißen.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Dürre, Ernst F.

Wissenschaftlich technisches Handbuch des gesammten Eisengiessereibetriebes Separatabdruck und Fortsetzung der 1865 - 1868 in der Berg- und hüttenmännischen Zeitung erschienenen 'Aphorismen über Giessereibetrieb'
Bd.: 2

Leipzig 1875

Metall. 26 cd-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11318577-3